John Adams
Library,

IN THE CUSTODY OF THE
BOSTON PUBLIC LIBRARY.

SHELF No.
ADAMS
255.2
v.6

HISTOIRE
NATURELLE,
ÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE.

Tome VI.

ŒUVRES
COMPLÈTES
DE
M. LE C.TE DE BUFFON,

ntendant du Jardin du Roi, de l'Académie Françoiſe, de celle des Sciences, &c.

Tome Sixième.

UITE DE LA THÉORIE DE LA TERRE; & Introduction à l'hiſtoire des Minéraux.

A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCLXXIV.

ADAMS255.2
v. 6

TABLE

TABLE

De ce qui eſt contenu dans ce Volume.

DES ÉLÉMENS.

I.ere PARTIE. *DE la Lumière, de la Chaleur & du Feu*.... page 1

II.me PARTIE. *De l'Air, de l'Eau & de la Terre*..... 110

Réflexions ſur la Loi de l'Attraction. 177

Partie Expérimentale..... 201

PREMIER MÉMOIRE. *Expériences ſur le progrès de la chaleur dans les corps*..... 204

TABLE.

SECOND MÉMOIRE. *Suite des Expériences sur le progrès de la chaleur dans les différentes substances minérales* 244

TABLE des Rapports du refroidissement des différentes substances minérales 393

Fin de la Table.

HISTOIRE NATURELLE.

INTRODUCTION
À
L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

DES ÉLÉMENS.

PREMIÈRE PARTIE.

De la LUMIÈRE, de la CHALEUR & du FEU.

LES puiſſances de la Nature, autant qu'elles nous ſont connues, peuvent ſe réduire à deux forces primitives, celle qui cauſe la peſanteur, & celle qui pro-

duit la chaleur. La force d'impulſion leur eſt ſubordonnée, elle dépend de la première pour ſes effets particuliers, & tient à la ſeconde pour l'effet général; comme l'impulſion ne peut s'exercer qu'au moyen du reſſort, & que le reſſort n'agit qu'en vertu de la force qui rapproche les parties éloignées, il eſt clair que l'impulſion a beſoin, pour opérer, du concours de l'attraction; car ſi la matière ceſſoit de s'attirer, ſi les corps perdoient leur cohérence, tout reſſort ne ſeroit-il pas détruit, toute communication de mouvement interceptée, toute impulſion nulle! puiſque, dans le fait *(a)*, le mouvement ne ſe communique & ne peut ſe tranſmettre d'un corps à un autre que par l'élaſticité, qu'enfin on peut démontrer qu'un corps parfaitement dur, c'eſt-à-dire abſolument inflexible, ſeroit en même temps abſolument immobile & tout-à-fait incapable de recevoir l'action d'un autre corps *(b)*.

(a) Pour une plus grande intelligence, je prie mes Lecteurs de revoir la ſeconde partie de l'article de cet ouvrage, qui a pour titre: *De la Nature, ſeconde vue.*

(b) La communication du mouvement a toujours été regardée comme une vérité d'expérience, & les

L'attraction étant un effet général, constant & permanent, l'impulsion qui, dans la plupart des corps est particulière, & n'est ni constante ni permanente, en dépend donc comme un effet particulier dépend d'un effet général; car au contraire, si toute

plus grands Mathématiciens se sont contentés d'en calculer les résultats dans les différentes circonstances, & nous ont donné sur cela des règles & des formules, où ils ont employé beaucoup d'art; mais personne, ce me semble, n'a jusqu'ici considéré la nature intime du mouvement, & n'a tâché de se représenter & de présenter aux autres la manière physique dont le mouvement se transmet & passe d'un corps à un autre corps. On a prétendu que les corps durs pouvoient le recevoir comme les corps à ressort, & sur cette hypothèse dénuée de preuves, on a fondé des propositions & des calculs dont on a tiré une infinité de fausses conséquences. Car les corps supposés durs & parfaitement inflexibles, ne pourroient recevoir le mouvement. Pour le prouver, soit un globe parfaitement dur, c'est-à-dire inflexible dans toutes ses parties, chacune de ces parties ne pourra par conséquent être rapprochée ou éloignée de la partie voisine, sans quoi cela seroit contre la supposition; donc dans un globe parfaitement dur, les parties ne peuvent recevoir aucun déplacement, aucun changement, aucune action; car si elles recevoient une action elles auroient une réaction, les corps ne pouvant réagir qu'en agissant. Puis donc que toutes les parties prises séparément, ne peuvent recevoir aucune action, elles ne peuvent en communiquer; la partie postérieure qui est frappée la première ne pourra pas

impulſion étoit détruite, l'attraction ſubſiſteroit & n'en agiroit pas moins, tandis que celle-ci venant à ceſſer, l'autre ſeroit non-ſeulement ſans exercice, mais même ſans exiſtence; c'eſt donc cette différence eſſentielle qui ſubordonne l'impulſion à l'attraction dans toute matière brute & purement paſſive.

Mais cette impulſion qui ne peut ni

---

communiquer le mouvement à la partie antérieure, puiſque cette partie poſtérieure qui a été ſuppoſée inflexible ne peut pas changer eu égard aux autres parties; donc il ſeroit impoſſible de communiquer aucun mouvement à un corps inflexible. Mais l'expérience nous apprend qu'on communique le mouvement à tous les corps; donc tous les corps ſont à reſſort, donc il n'y a point de corps parfaitement durs & inflexibles dans la Nature. Un de mes amis (M. Guenéau de Montbeillard), homme d'un excellent eſprit, m'a écrit à ce ſujet dans les termes ſuivans. « De la ſuppoſition de l'immobilité » abſolue des corps abſolument durs, il ſuit qu'il » ne faudroit peut-être qu'un pied cube de cette » matière pour arrêter tout le mouvement de l'Univers connu: & ſi cette immobilité abſolue étoit » prouvée, il ſemble que ce n'eſt point aſſez de » dire, qu'il n'exiſte point de ces corps dans la Nature, » & qu'on peut les traiter d'impoſſibles, & dire que » la ſuppoſition de leur exiſtence eſt abſurde; car le » mouvement provenant du reſſort leur ayant été » refuſé, ils ne peuvent dès-lors être capables du » mouvement provenant de l'attraction, qui eſt par l'hypothèſe la cauſe du reſſort. »

s'exercer ni se transmettre dans les corps bruts qu'au moyen du ressort, c'est-à-dire, du secours de la force d'attraction, dépend encore plus immédiatement, plus généralement de la force qui produit la chaleur, car c'est principalement par le moyen de la chaleur que l'impulsion pénètre dans les corps organisés, c'est par la chaleur qu'ils se forment, croissent & se développent. On peut rapporter à l'attraction seule tous les effets de la matière brute & à cette même force d'attraction jointe à celle de la chaleur, tous les phénomènes de la matière vive.

J'entends par matière vive, non-seulement tous les êtres qui vivent ou végètent, mais encore toutes les molécules organiques vivantes, dispersées & répandues dans les détrimens ou résidus des corps organisés; je comprends encore dans la matière vive, celle de la lumière, du feu, de la chaleur, en un mot toute matière qui nous paroît être active par elle-même. Or cette matière vive tend toujours du centre à la circonférence, au lieu que la matière brute tend au contraire de la circonférence au centre; c'est une force expansive qui anime

la matière vive, & c'eſt une force attractive à laquelle obéit la matière brute : quoique les directions de ces deux forces ſoient diamétralement oppoſées, l'action de chacune ne s'en exerce pas moins ; elles ſe balancent ſans jamais ſe détruire, & de la combinaiſon de ces deux forces également actives réſultent tous les phénomènes de l'Univers.

Mais, dira-t-on, vous réduiſez toutes les puiſſances de la Nature à deux forces, l'une attractive & l'autre expanſive, ſans donner la cauſe ni de l'une ni de l'autre, & vous ſubordonnez à toutes deux l'impulſion qui eſt la ſeule force dont la cauſe nous ſoit connue & démontrée par le rapport de nos ſens ; n'eſt-ce pas abandonner une idée claire, & y ſubſtituer deux hypothèſes obſcures ?

A cela je réponds, que ne connoiſſant rien que par comparaiſon, nous n'aurons jamais d'idée de ce qui produit un effet général, parce que cet effet appartenant à tout, on ne peut dès-lors le comparer à rien. Demander quelle eſt la cauſe de la force attractive, c'eſt exiger qu'on nous diſe la raiſon pourquoi toute la matière

s'attire : or ne nous suffit-il pas de savoir que réellement toute la matière s'attire, & n'est-il pas aisé de concevoir que cet effet étant général, nous n'avons nul moyen de le comparer, & par conséquent nulle espérance d'en connoître jamais la cause ou la raison ? Si l'effet, au contraire, étoit particulier comme celui de l'attraction de l'aimant & du fer, on doit espérer d'en trouver la cause, parce qu'on peut le comparer à d'autres effets particuliers, ou le ramener à l'effet général. Ceux qui exigent qu'on leur donne la raison d'un effet général, ne connoissent ni l'étendue de la Nature ni les limites de l'esprit humain : demander pourquoi la matière est étendue, pesante, impénétrable, sont moins des questions que des propos mal conçus, & auxquels on ne doit aucune réponse. Il en est de même de toute propriété particulière lorsqu'elle est essentielle à la chose : demander, par exemple, pourquoi le rouge est rouge, seroit une interrogation puérile, à laquelle on ne doit pas répondre. Le Philosophe est tout près de l'enfant lorsqu'il fait de semblables demandes, & autant on peut les pardonner à la curiosité non

réfléchie du dernier, autant le premier doit les rejeter & les exclure de ſes idées.

Puis donc que la force d'attraction & la force d'expanſion ſont deux effets généraux, on ne doit pas nous en demander les cauſes ; il ſuffit qu'ils ſoient généraux & tous deux réels, tous deux bien conſtatés, pour que nous devions les prendre eux-mêmes pour cauſes des effets particuliers ; & l'impulſion eſt un de ces effets qu'on ne doit pas regarder comme une cauſe générale connue ou démontrée par le rapport de nos ſens, puiſque nous avons prouvé que cette force d'impulſion ne peut exiſter ni agir qu'au moyen de l'attraction qui ne tombe point ſous nos ſens. Rien n'eſt plus évident, diſent certains Philoſophes, que la communication du mouvement par l'impulſion, il ſuffit qu'un corps en choque un autre pour que cet effet ſuive ; mais dans ce ſens même la cauſe de l'attraction n'eſt-elle pas encore plus évidente & bien plus générale, puiſqu'il ſuffit d'abandonner un corps pour qu'il tombe & prenne du mouvement ſans choc ? le mouvement appartient donc, dans tous les cas, encore plus à l'attraction qu'à l'impulſion.

Cette première réduction étant faite, il seroit peut-être possible d'en faire une seconde, & de ramener la puissance même de l'expansion à celle de l'attraction, en sorte que toutes les forces de la matière dépendroient d'une seule force primitive ; du moins cette idée me paroîtroit bien digne de la sublime simplicité du plan sur lequel opère la Nature. Or ne pouvons-nous pas concevoir que cette attraction se change en répulsion toutes les fois que les corps s'approchent d'assez près pour éprouver un frottement ou un choc des uns contre les autres. L'impénétrabilité qu'on ne doit pas regarder comme une force, mais comme une résistance essentielle à la matière, ne permettant pas que deux corps puissent occuper le même espace, que doit-il arriver lorsque deux molécules qui s'attirent d'autant plus puissamment qu'elles s'approchent de plus près, viennent tout-à-coup à se heurter ? cette résistance invincible de l'impénétrabilité ne devient-elle pas alors une force active, ou plutôt réactive, qui, dans le contact, repousse les corps avec autant de vîtesse qu'ils en avoient acquis au

moment de ſe toucher! & dès-lors la force expanſive ne ſera point une force particulière oppoſée à la force attractive, mais un effet qui en dérive, & qui ſe manifeſte toutes les fois que les corps ſe choquent ou frottent les uns contre les autres.

J'avoue qu'il faut ſuppoſer dans chaque molécule de matière, dans chaque atome quelconque, un reſſort parfait, pour concevoir clairement comment s'opère ce changement de l'attraction en répulſion; mais cela même nous eſt aſſez indiqué par des faits: plus la matière s'atténue & plus elle prend de reſſort; la terre & l'eau qui en ſont les agrégats les plus groſſiers, ont moins de reſſort que l'air; & le feu qui eſt le plus ſubtil des élémens, eſt auſſi celui qui a le plus de force expanſive. Les plus petites molécules de la matière, les plus petits atomes que nous connoiſſions ſont ceux de la lumière; & l'on ſait qu'ils ſont parfaitement élaſtiques, puiſque l'angle ſous lequel la lumière ſe réfléchit eſt toujours égal à celui ſous lequel elle arrive: nous pouvons donc en inférer que toutes les parties conſtitutives de la matière en général ſont à reſſort parfait, & que ce

reſſort produit tous les effets de la force expanſive, toutes les fois que les corps ſe heurtent ou ſe frottent en ſe rencontrant dans des directions oppoſées.

L'expérience me paroît parfaitement d'accord avec ces idées ; nous ne connoiſſons d'autres moyens de produire du feu que par le choc ou le frottement des corps ; car le feu que nous produiſons par la réunion des rayons de la lumière, ou par l'application du feu déjà produit à des matières combuſtibles, n'a-t-il pas néanmoins la même origine à laquelle il faudra toujours remonter, puiſqu'en ſuppoſant l'homme ſans miroirs ardens & ſans feu actuel, il n'aura d'autres moyens de produire le feu qu'en frottant ou choquant des corps ſolides les uns contre les autres *(c)!*

La force expanſive pourroit donc bien n'être dans le réel que la réaction de la

(c) Le feu que produit quelquefois la fermentation des herbes entaſſées, celui qui ſe manifeſte dans les effervescences, ne font pas une exception qu'on puiſſe m'oppoſer, puiſque cette production du feu par la fermentation & par l'effervescence, dépend, comme toute autre, de l'action du choc des parties de la matière, les unes contre les autres.

force attractive, réaction qui s'opère toutes les fois que les molécules primitives de la matière, toujours attirées les unes par les autres, arrivent à ſe toucher immédiatement; car dès-lors il eſt néceſſaire qu'elles ſoient repouſſées avec autant de vîteſſe qu'elles en avoient acquis en direction contraire au moment du contact *(d)*,

(d) Il eſt certain, me dira-t-on, que les molécules réjailliront après le contact, parce que leur vîteſſe à ce point, & qui leur eſt rendue par le reſſort, eſt la ſomme des vîteſſes acquiſes dans tous les momens précédens, par l'effet continuel de l'attraction, & par conſéquent doit l'emporter ſur l'effort inſtantané de l'attraction dans le ſeul moment du contact. Mais ne ſera-t-elle pas continuellement retardée, & enfin détruite, lorſqu'il y aura équilibre entre la ſomme des efforts de l'attraction avant le contact, & la ſomme des efforts de l'attraction après le contact? Comme cette queſtion pourroit faire naître des doutes ou laiſſer quelques nuages ſur cet objet, qui par lui-même eſt difficile à ſaiſir, je vais tâcher d'y ſatisfaire, en m'expliquant encore plus clairement. Je ſuppoſe deux molécules, ou, pour rendre l'image plus ſenſible, deux groſſes maſſes de matière, telles que la Lune & la Terre, toutes deux douées d'un reſſort parfait dans toutes les parties de leur intérieur, qu'arriveroit-il à ces deux maſſes iſolées de toute autre matière, ſi tout leur mouvement progreſſif étoit tout-à-coup arrêté, & qu'il ne reſtât à chacune d'elles que leur force d'attraction réciproque? Il eſt clair que dans cette

& lorsque ces molécules sont absolument libres de toute cohérence, & qu'elles

---

suppoſition, la Lune & la Terre ſe précipiteroient l'une vers l'autre, avec une vîteſſe qui augmenteroit à chaque moment, dans la même raiſon que diminueroit le carré de leur diſtance. Les vîteſſes acquiſes ſeront donc immenſes au point de contact, ou, ſi l'on veut, au moment de leur choc, & dès-lors ces deux corps que nous avons ſuppoſés à reſſort parfait, & libres de tous autres empêchemens, c'eſt-à-dire, entièrement iſolés, réjailliront chacun, & s'éloigneront l'un de l'autre dans la direction oppoſée, & avec la même vîteſſe qu'ils avoient acquiſe au point du contact: vîteſſe qui, quoique diminuée continuellement par leur attraction réciproque, ne laiſſeroit pas de les porter d'abord au même lieu d'où ils ſont partis, mais encore infiniment plus loin, parce que la retardation du mouvement eſt ici en ordre inverſe de celui de l'accélération, & que la vîteſſe acquiſe au point du choc étant immenſe, les efforts de l'attraction ne pourront la réduire à zéro qu'à une diſtance dont le carré ſeroit également immenſe; en ſorte que ſi le contact étoit abſolu, & que la diſtance des deux corps qui ſe choquent, fût abſolument nulle, ils s'éloigneroient l'un de l'autre juſqu'à une diſtance infinie; & c'eſt à peu-près ce que nous voyons arriver à la lumière & au feu, dans le moment de l'inflammation des matières combuſtibles; car dans l'inſtant même, elles lancent leur lumière à une très-grande diſtance, quoique les particules qui ſe ſont converties en lumière, fuſſent auparavant très-voiſines les unes des autres.

n'obéiſſent qu'au ſeul mouvement produit par leur attraction, cette vîteſſe acquiſe eſt immenſe dans le point du contact. La chaleur, la lumière, le feu qui ſont les grands effets de la force expanſive, ſeront produits toutes les fois qu'artificiellement ou naturellement les corps ſeront diviſés en parties très-petites, & qu'ils ſe rencontreront dans des directions oppoſées, & la chaleur ſera d'autant plus ſenſible, la lumière d'autant plus vive, le feu d'autant plus violent que les molécules ſe ſeront précipitées les unes contre les autres, avec plus de vîteſſe par leur force d'attraction mutuelle.

De-là on doit conclure que toute matière peut devenir lumière, chaleur, feu; qu'il ſuffit que les molécules d'une ſubſtance quelconque ſe trouvent dans un état de liberté, c'eſt-à-dire, dans un état de diviſion aſſez grande & de ſéparation, telle qu'elles puiſſent obéir ſans obſtacle à toute la force qui les attire les unes vers les autres; car dès qu'elles ſe rencontreront, elles réagiront les unes contre les autres, & ſe fuiront en s'éloignant avec autant de vîteſſe qu'elles en avoient acquis au moment du contact, qu'on doit regarder comme un

vrai choc; puiſque deux molécules qui s'attirent mutuellement, ne peuvent ſe rencontrer qu'en direction contraire. Ainſi la lumière, la chaleur & le feu ne ſont pas des matières particulières, des matières différentes de toute autre matière; ce n'eſt toujours que la même matière qui n'a ſubi d'autre altération, d'autre modification, qu'une grande diviſion de parties, & une direction de mouvement en ſens contraire par l'effet du choc & de la réaction.

Ce qui prouve aſſez évidemment que cette matière du feu & de la lumière, n'eſt pas une ſubſtance différente de toute autre matière, c'eſt qu'elle conſerve toutes les qualités eſſentielles, & même la plupart des attributs de la matière commune: 1.° la lumière, quoique compoſée de particules preſque infiniment petites, eſt néanmoins encore diviſible, puiſqu'avec le priſme on ſépare les uns des autres les rayons, ou, pour parler plus clairement, les atomes différemment colorés; 2.° la lumière, quoique douée en apparence d'une qualité toute oppoſée à celle de la peſanteur, c'eſt-à-dire, d'une volatilité qu'on croiroit lui être eſſentielle, eſt néanmoins peſante comme toute autre matière, puiſqu'elle fléchit toutes les

fois qu'elle paſſe auprès des autres corps, & qu'elle ſe trouve à portée de leur ſphère d'attraction; je dois même dire qu'elle eſt fort peſante, relativement à ſon volume qui eſt d'une petiteſſe extrême, puiſque la viteſſe immenſe avec laquelle la lumière ſe meut en ligne directe, ne l'empêche pas d'éprouver aſſez d'attraction près des autres corps, pour que ſa direction s'incline & change d'une manière très-ſenſible à nos yeux; 3.° la ſubſtance de la lumière n'eſt pas plus ſimple que celle de toute autre matière, puiſqu'elle eſt compoſée de parties d'inégale peſanteur; que le rayon rouge eſt beaucoup plus peſant que le rayon violet, & qu'entre ces deux extrêmes elle contient une infinité de rayons intermédiaires, qui approchent plus ou moins de la peſanteur du rayon rouge ou de la légèreté du rayon violet: toutes ces conſéquences dérivent néceſſairement des phénomènes de l'inflexion de la lumière & de ſa réfraction *(e)*, qui, dans le réel, n'eſt qu'une inflexion qui s'opère lorſque

(e) L'attraction univerſelle agit ſur la lumière; il ne faut pour s'en convaincre, qu'examiner les cas extrêmes de la réfraction: lorſqu'un rayon de lumière paſſe à travers un criſtal, ſous un certain

la lumière passe à travers les corps transparens ; 4.° on peut démontrer que la lumière est massive & qu'elle agit, dans quelque cas, comme agissent tous les autres corps ; car, indépendamment de son effet ordinaire, qui est de briller à nos yeux, & de son action propre, toujours accompagnée d'éclat & souvent de chaleur, elle agit par sa masse lorsqu'on la

---

angle d'obliquité, la direction change tout-à-coup ; & au lieu de continuer sa route, il rentre dans le cristal & se réfléchit. Si la lumière passe du verre dans le vide, toute la force de cette puissance s'exerce, & le rayon est contraint de rentrer & rentre dans le verre par un effet de son attraction que rien ne balance ; si la lumière passe du cristal dans l'air, l'attraction du cristal plus forte que celle de l'air, la ramène encore, mais avec moins de force, parce que cette attraction du verre est en partie détruite par celle de l'air qui agit en sens contraire sur le rayon de lumière ; si ce rayon passe du cristal dans l'eau, l'effet est bien moins sensible, le rayon rentre à peine, parce que l'attraction du cristal est presque toute détruite par celle de l'eau, qui s'oppose à son action ; enfin, si la lumière passe du cristal dans le cristal, comme les deux attractions sont égales, l'effet s'évanouit & le rayon continue sa route : d'autres expériences démontrent que cette puissance attractive, ou cette force réfringente, est toujours à très-peu près proportionnelle à la densité des matières transparentes, à

condenſe en la réuniſſant, & elle agit au point de mettre en mouvement des corps aſſez peſans placés au foyer d'un bon miroir ardent; elle fait tourner une aiguille ſur un pivot placé à ſon foyer; elle pouſſe, déplace & chaſſe les feuilles d'or ou d'argent qu'on lui préſente avant de les fondre, & même avant de les échauffer ſenſiblement. Cette action produite par ſa maſſe, eſt

---

l'exception des corps onctueux & ſulfureux, dont la force réfringente eſt plus grande, parce que la lumière a plus d'analogie, plus de rapport de nature avec les matières inflammables, qu'avec les autres matières.

Mais s'il reſtoit quelque doute ſur cette attraction de la lumière vers les corps, qu'on jette les yeux ſur les inflexions que ſouffre un rayon, lorſqu'il paſſe fort près de la ſurface d'un corps; un trait de lumière ne peut entrer par un très-petit trou, dans une chambre obſcure, ſans être puiſſamment attiré vers les bords du trou; ce petit faiſceau de rayons ſe diviſe, chaque rayon voiſin de la circonférence du trou, ſe plie vers cette circonférence, & cette inflexion produit des franges colorées, des apparences conſtantes, qui ſont l'effet de l'attraction de la lumière vers les corps voiſins; il en eſt de même des rayons qui paſſent entre deux lames de couteaux, les uns ſe plient vers la lame ſupérieure, les autres vers la lame inférieure; il n'y a que ceux du milieu qui ſouffrant une égale attraction des deux côtés, ne ſont pas détournés, & ſuivent leur direction.

la première & précède celle de la chaleur ; elle s'opère entre la lumière condensée & les feuilles de métal, de la même façon qu'elle s'opère entre deux autres corps qui deviennent contigus, & par conséquent la lumière a encore cette propriété commune avec toute autre matière ; 5.° enfin on sera forcé de convenir que la lumière est un mixte, c'est-à-dire, une matière composée comme la matière commune, non-seulement de parties plus grosses & plus petites, plus ou moins pesantes, plus ou moins mobiles, mais encore différemment figurées; quiconque aura réfléchi sur les phénomènes que Newton appelle *les accès de facile réflexion & de facile transmission de la lumière*, & sur les effets de la double réfraction du cristal de roche, & du spath appelé cristal d'Islande, ne pourra s'empêcher de reconnoître que les atomes de la lumière ont plusieurs côtés, plusieurs faces différentes, qui, selon qu'elles se présentent, produisent constamment des effets différens *(f)*.

(f) Chaque rayon de lumière a deux côtés opposés, doués originairement d'une propriété d'où dépend la réfraction extraordinaire du cristal, & deux

En voilà plus qu'il n'en faut pour démontrer que la lumière n'est pas une matière particulière ni différente de la matière commune, que son essence est la même, ses propriétés essentielles les mêmes ; qu'enfin elle n'en diffère que parce qu'elle a subi dans le point du contact la répulsion d'où provient sa volatilité. Et de la même manière que l'effet de la force d'attraction s'étend à l'infini, toujours en décroissant comme l'espace augmente, les effets de la répulsion s'étendent & décroissent de même, mais en ordre inverse ; en sorte que l'on peut appliquer à la force expansive tout ce que l'on fait de la force attractive ; ce sont pour la Nature deux instrumens de même espèce, ou plutôt ce n'est que le même instrument qu'elle manie dans deux sens opposés.

Toute matière deviendra lumière, dès que toute cohérence étant détruite, elle se

autres côtés opposés, qui n'ont pas cette propriété. *Optique* de Newton, *Question* XXVI, *traduction* de Coste. *Nota.* Cette propriété dont parle ici Newton ne peut dépendre que de l'étendue ou de la figure de chacun des côtés des rayons, c'est-à-dire, des atomes de lumière. Voyez cet article en entier dans Newton.

trouvera divisée en molécules suffisamment petites, & que ces molécules étant en liberté, seront déterminées par leur attraction mutuelle à se précipiter les unes contre les autres; dans l'instant du choc la force répulsive s'exercera, les molécules se fuiront en tout sens avec une vîtesse presque infinie, laquelle néanmoins n'est qu'égale à leur vîtesse acquise au moment du contact: car la loi de l'attraction étant d'augmenter comme l'espace diminue, il est évident qu'au contact l'espace toujours proportionnel au carré de la distance devient nul, & que par conséquent la vîtesse acquise en vertu de l'attraction, doit à ce point devenir presqu'infinie; cette vîtesse seroit même infinie si le contact étoit immédiat, & par conséquent la distance entre les deux corps absolument nulle; mais, comme nous l'avons souvent répété, il n'y a rien d'absolu, rien de parfait dans la Nature, & de même rien d'absolument grand, rien d'absolument petit, rien d'entièrement nul, rien de vraiment infini, & tout ce que j'ai dit de la petitesse *infinie* des atomes qui constituent la lumière, de leur ressort *parfait*, de la distance *nulle* dans le moment

du contact ne doit s'entendre qu'avec reſtriction. Si l'on pouvoit douter de cette vérité métaphyſique, il ſeroit poſſible d'en donner une démonſtration phyſique, ſans même nous écarter de notre ſujet. Tout le monde ſait que la lumière emploie environ ſept minutes & demie de temps à venir du ſoleil juſqu'à nous; ſuppoſant donc le ſoleil à trente-ſix millions de lieues, la lumière parcourt cette énorme diſtance en ſept minutes & demie, ou ce qui revient au même (ſuppoſant ſon mouvement uniforme), quatre-vingts mille lieues en une ſeconde; cette vîteſſe, quoique prodigieuſe, eſt néanmoins bien éloignée d'être infinie, puiſqu'elle eſt déterminable par les nombres; elle ceſſera même de paroître prodigieuſe lorſqu'on réfléchira que la Nature ſemble marcher en grand, preſque auſſi vîte qu'en petit; il ne faut pour cela que ſupputer la célérité du mouvement des comètes à leur périhélie, ou même celle des planètes qui ſe meuvent le plus rapidement, & l'on verra que la vîteſſe de ces maſſes immenſes, quoique moindre, ſe peut néanmoins comparer d'aſſez près avec celle de nos atomes de lumière.

Et de même que toute matière peut se convertir en lumière par la division & la répulsion de ses parties excessivement divisées, lorsqu'elles éprouvent un choc des unes contre les autres; la lumière peut aussi se convertir en toute autre matière par l'addition de ses propres parties, accumulées par l'attraction des autres corps. Nous verrons dans la suite que tous les élémens sont convertibles; & si l'on a douté que la lumière, qui paroît être l'élément le plus simple, pût se convertir en substance solide, c'est que, d'une part, on n'a pas fait assez d'attention à tous les phénomènes, & que d'autre part on étoit dans le préjugé, qu'étant essentiellement volatile, elle ne pouvoit jamais devenir fixe. Mais n'avons-nous pas prouvé que la fixité & la volatilité dépendent de la même force attractive dans le premier cas, devenue répulsive dans le second; & dès-lors ne sommes-nous pas fondés à croire que ce changement de la matière fixe en lumière, & de la lumière en matière fixe, est une des plus fréquentes opérations de la Nature!

Après avoir montré que l'impulsion

dépend de l'attraction, que la force expanſive eſt la même que la force attractive devenue négative ; que la lumière, & à plus forte raiſon la chaleur & le feu ne ſont que des manières d'être de la matière commune ; qu'il n'exiſte en un mot qu'une ſeule force & une ſeule matière toujours prête à s'attirer ou à ſe repouſſer ſuivant les circonſtances ; recherchons comment avec ce ſeul reſſort & ce ſeul ſujet, la Nature peut varier ſes œuvres à l'infini. Nous mettrons de la méthode dans cette recherche, & nous en préſenterons les réſultats avec plus de clarté, en nous abſtenant de comparer d'abord les objets les plus éloignés, les plus oppoſés, comme le feu & l'eau, l'air & la terre, & en nous conduiſant au contraire par les mêmes degrés, par les mêmes nuances douces que ſuit la Nature dans toutes ſes démarches. Comparons donc les choſes les plus voiſines, & tâchons d'en ſaiſir les différences, c'eſt-à-dire, les particularités, & de les préſenter avec encore plus d'évidence que leurs généralités. Dans le point de vue général, la lumière, la chaleur & le feu ne font qu'un ſeul objet, mais dans

le

le point de vue particulier, ce ſont trois objets diſtincts, trois choſes qui, quoique ſe reſſemblant par un grand nombre de propriétés, diffèrent néanmoins par un petit nombre d'autres propriétés aſſez eſſentielles, pour qu'on puiſſe les regarder comme trois choſes différentes, & qu'on doive les comparer une à une.

Quelles ſont d'abord les propriétés communes de la lumière & du feu, quelles ſont auſſi leurs propriétés différentes? La lumière, dit-on, & le feu élémentaire ne ſont qu'une même choſe, une ſeule ſubſtance: cela peut être, mais comme nous n'avons pas encore d'idée nette du feu élémentaire, abſtenons-nous de prononcer ſur ce premier point. La lumière & le feu, tel que nous les connoiſſons, ne ſont-ils pas au contraire deux choſes différentes, deux ſubſtances diſtinctes & compoſées différemment? le feu eſt à la vérité très-ſouvent lumineux, mais quelquefois auſſi le feu exiſte ſans aucune apparence de lumière; le feu, ſoit lumineux, ſoit obſcur, n'exiſte jamais ſans une grande chaleur, tandis que la lumière brille ſouvent avec éclat ſans la moindre

chaleur ſenſible. La lumière paroît être l'ouvrage de la Nature, le feu n'eſt que le produit de l'induſtrie de l'homme : la lumière ſubſiſte, pour ainſi dire, par elle-même, & ſe trouve répandue dans les eſpaces immenſes de l'Univers entier ; le feu ne peut ſubſiſter qu'avec des alimens, & ne ſe trouve qu'en quelques points de l'eſpace où l'homme le conſerve, & dans quelques endroits de la profondeur de la terre ; où il ſe trouve également entretenu par des alimens convenables. La lumière, à la vérité, lorſqu'elle eſt condenſée, réunie par l'art de l'homme, peut produire du feu ; mais ce n'eſt qu'autant qu'elle tombe ſur des matières combuſtibles. La lumière n'eſt donc tout au plus, & dans ce ſeul cas, que le principe du feu, & non pas le feu ; ce principe même n'eſt pas immédiat, il en ſuppoſe un intermédiaire, & c'eſt celui de la chaleur qui paroît tenir encore de plus près que la lumière à l'eſſence du feu. Or, la chaleur exiſte tout auſſi ſouvent ſans lumière que la lumière exiſte ſans chaleur ; ces deux principes ne paroiſſent donc pas néceſſairement liés enſemble ; leurs effets

ne ſont ni ſimultanés ni contemporains, puiſque dans des certaines circonſtances on ſent de la chaleur long-temps avant que la lumière paroiſſe, & que dans d'autres circonſtances on voit de la lumière long-temps avant de ſentir de la chaleur, & même ſans en ſentir aucune.

Dès-lors la chaleur n'eſt-elle pas une autre manière d'être, une modification de la matière, qui diffère à la vérité moins que toute autre de celle de la lumière, mais qu'on peut néanmoins conſidérer à part, & qu'on devroit concevoir encore plus aiſément! Car la facilité plus ou moins grande que nous avons à concevoir les opérations différentes de la Nature, dépend de celle que nous avons d'y appliquer nos ſens; lorſqu'un effet de la Nature tombe ſous deux de nos ſens, la vue & le toucher, nous croyons en avoir une pleine connoiſſance; un effet qui n'affecte que l'un ou l'autre de ces deux ſens, nous paroît plus difficile à connoître; & dans ce cas, la facilité ou la difficulté d'en juger, dépend du degré de ſupériorité qui ſe trouve entre nos ſens; la lumière que nous n'apercevons que par le ſens de la vue

(ſens le plus fautif & le plus incomplet), ne devroit pas nous être auſſi-bien connue que la chaleur qui frappe le toucher, & affecte par conſéquent le plus ſûr de nos ſens. Cependant il faut avouer qu'avec cet avantage, on a fait beaucoup moins de découvertes ſur la nature de la chaleur que ſur celle de la lumière, ſoit que l'homme ſaiſiſſe mieux ce qu'il voit que ce qu'il ſent, ſoit que la lumière ſe préſentant ordinairement comme une ſubſtance diſtincte & différente de toutes les autres, elle a paru digne d'une conſidération particulière : au lieu que la chaleur dont l'effet eſt plus obſcur, ſe préſentant comme un objet moins iſolé, moins ſimple, n'a pas été regardée comme une ſubſtance diſtincte, mais comme un attribut de la lumière & du feu.

Quand même cette opinion, qui fait de la chaleur un pur attribut, une ſimple qualité, ſe trouveroit fondée, il ſeroit toujours utile de conſidérer la chaleur en elle-même & par les effets qu'elle produit toute ſeule ; c'eſt-à-dire, lorſqu'elle nous paroît indépendante de la lumière & du feu. La première choſe qui me frappe,

& qui me paroît bien digne de remarque, c'eſt que le ſiége de la chaleur eſt tout différent de celui de la lumière; celle-ci occupe & parcoure les eſpaces vides de l'Univers; la chaleur au contraire ſe trouve généralement répandue dans toute la matière ſolide. Le globe de la terre & toutes les matières dont il eſt compoſé, ont un degré de chaleur bien plus conſidérable qu'on ne pourroit l'imaginer. L'eau a ſon degré de chaleur qu'elle ne perd qu'en changeant ſon état; c'eſt-à-dire, en perdant ſa fluidité; l'air a auſſi ſa chaleur, que nous appelons ſa température, qui varie beaucoup, mais qu'il ne perd jamais en entier, puiſque ſon reſſort ſubſiſte même dans le plus grand froid; le feu a auſſi ſes différens degrés de chaleur, qui paroiſſent moins dépendre de ſa nature propre que de celle des alimens qui le nourriſſent. Ainſi toute la matière connue, eſt chaude, & dès-lors la chaleur eſt une affection bien plus générale que celle de la lumière.

La chaleur pénètre tous les corps qui lui ſont expoſés, & cela ſans aucune exception, tandis qu'il n'y a que les corps

tranſparens qui laiſſent paſſer la lumière, & qu'elle eſt arrêtée & en partie repouſſée par tous les corps opaques. La chaleur ſemble donc agir d'une manière bien plus générale & plus palpable que n'agit la lumière, & quoique les molécules de la chaleur ſoient exceſſivement petites, puiſqu'elles pénètrent les corps les plus compactes, il me ſemble néanmoins que l'on peut démontrer qu'elles ſont bien plus groſſes que celles de la lumière; car on fait de la chaleur avec la lumière, en la réuniſſant en grande quantité; d'ailleurs la chaleur agiſſant ſur le ſens du toucher, il eſt néceſſaire que ſon action ſoit proportionnée à la groſſièreté de ce ſens, comme la délicateſſe des organes de la vue paroît l'être à l'extrême fineſſe des parties de la lumière : celles-ci ſe meuvent avec la plus grande vîteſſe, agiſſent dans l'inſtant à des diſtances immenſes, tandis que celles de la chaleur n'ont qu'un mouvement progreſſif aſſez lent, qui ne paroît s'étendre qu'à de petits intervalles du corps dont elles émanent.

Le principe de toute chaleur paroît être l'attrition des corps ; tout frottement,

c'eſt-à-dire, tout mouvement en ſens contraire entre des matières ſolides, produit de la chaleur, & ſi ce même effet n'arrive pas dans les fluides, c'eſt parce que leurs parties ne ſe touchent pas d'aſſez près pour pouvoir être frottées les unes contre les autres; & qu'ayant peu d'adhérence entre elles, leur réſiſtance au choc des autres corps eſt trop foible, pour que la chaleur puiſſe naître ou ſe manifeſter à un degré ſenſible; mais dans ce cas, on voit ſouvent de la lumière produite par ce frottement d'un fluide, ſans ſentir de la chaleur. Tous les corps, ſoit en petit ou en grand volume, s'échauffent dès qu'ils ſe rencontrent en ſens contraire: la chaleur eſt donc produite par le mouvement de toute matière palpable & d'un volume quelconque; au lieu que la production de la lumière qui ſe fait auſſi par le mouvement en ſens contraire, ſuppoſe de plus la diviſion de la matière en parties très-petites; & comme cette opération de la Nature eſt la même pour la production de la chaleur & celle de la lumière, que c'eſt le mouvement en ſens contraire, la rencontre des corps, qui produiſent l'un & l'autre, on

doit en conclure que les atomes de la lumière ſont ſolides par eux-mêmes, & qu'ils ſont chauds au moment de leur naiſſance ; mais on ne peut pas également aſſurer qu'ils conſervent leur chaleur au même degré que leur lumière, ni qu'ils ne ceſſent pas d'être chauds avant de ceſſer d'être lumineux. Des expériences familières paroiſſent indiquer que la chaleur de la lumière du ſoleil augmente en paſſant à travers une glace plane, quoique la quantité de la lumière ſoit diminuée conſidérablement par la réflexion qui ſe fait à la ſurface extérieure de la glace, & que la matière même du verre en retienne une certaine quantité. D'autres expériences plus recherchées *(g)*, ſemblent prouver que la lumière augmente de chaleur à

(g) Un habile Phyſicien (M. de Sauſſure, citoyen de Genève) a bien voulu me communiquer le réſultat des expériences qu'il a faites dans les montagnes, ſur la différente chaleur des rayons du ſoleil, & je vais rapporter ici ſes propres expreſſions. « J'ai fait faire en mars 1767, cinq caiſſes » rectangulaires de verre blanc de Bohème, chacune » deſquelles eſt la moitié d'un cube coupé paralliè- » lement à ſa baſe ; la première a un pied de » largeur en tout ſens, ſur ſix pouces de hauteur ; » la ſeconde dix pouces ſur cinq, & ainſi de ſuite,

mesure qu'elle traverse une plus grande épaisseur de notre atmosphère.

On sait de tout temps que la chaleur devient d'autant moindre ou le froid d'autant plus grand, qu'on s'élève plus haut

---

jusqu'à la cinquième qui a deux pouces sur un. « Toutes ces caisses sont ouvertes par le bas, & s'emboîtent les unes dans les autres sur une table « fort épaisse, de bois de poirier noirci, à laquelle « elles sont fixées. J'emploie sept thermomètres à « cette expérience; l'un suspendu en l'air & parfaitement isolé à côté des boîtes, & à la même « distance du sol; un autre posé sur la caisse extérieure en dehors de cette caisse, & à peu-près au « milieu; le suivant posé de même sur la seconde « caisse, & ainsi des autres, jusqu'au dernier qui est « sous la cinquième caisse, & à demi noyé dans le « bois de la table. «

Il faut observer que tous ces thermomètres sont « de mercure, & que tous, excepté le dernier, ont « la boule nue, & ne sont pas engagés comme les « thermomètres ordinaires, dans une planche ou « dans une boîte, dont le plus ou le moins d'aptitude à prendre & à conserver la chaleur, fait « entièrement varier les résultats des expériences. «

Tout cet appareil exposé au soleil, dans un « lieu découvert, par exemple, sur le mur de clôture « d'une grande terrasse; je trouve que le thermomètre « suspendu à l'air libre, monte le moins haut de « tous; que celui qui est sur la caisse extérieure, « monte un peu plus haut; ensuite celui qui est sur « la seconde caisse, & ainsi des autres, en observant «

dans les montagnes. Il eſt vrai que la chaleur qui provient du globe entier de la terre, doit être moins ſenſible ſur ces pointes avancées qu'elle ne l'eſt dans les plaines, mais cette cauſe n'eſt point du

» cependant que le thermomètre qui eſt poſé ſur » la cinquième caiſſe, monte plus haut que celui qui » eſt ſous elle & à demi noyé dans le bois de la » table : j'ai vu celui-là monter à 70 degrés de » Reaumur (en plaçant le 0 à la congélation & le » 80.me degré à l'eau bouillante). Les fruits expoſés » à cette chaleur, s'y cuiſent & y rendent leur jus.

» Quand cet appareil eſt expoſé au ſoleil dès le » matin, on obſerve communément la plus grande » chaleur, vers les deux heures & demie après midi, » & lorſqu'on le retire des rayons du ſoleil, il em- » ploie pluſieurs heures à ſon entier refroidiſſement.

» J'ai fait porter ce même appareil ſur une mon- » tagne élevée d'environ cinq cents toiſes au-deſſus » du lieu où ſe faiſoient ordinairement les expé- » riences, & j'ai trouvé que le refroidiſſement cauſé » par l'élévation agiſſoit beaucoup plus ſur les ther- » momètres ſuſpendus à l'air libre, que ſur ceux qui » étoient enfermés dans les caiſſes de verre, quoique » j'euſſe eu ſoin de remplir les caiſſes de l'air même » de la montagne, par égard pour la fauſſe hypo- » thèſe de ceux qui croient que le froid des mon- » tagnes tient de la pureté de l'air qu'on y reſpire. »

Il ſeroit à deſirer que M. de Sauſſure, de la ſagacité duquel nous devons attendre d'excellentes choſes, ſuivît encore plus loin ces expériences, & voulût bien en publier les réſultats.

tout proportionnelle à l'effet; l'action de la chaleur qui émane du globe terreſtre, ne pouvant diminuer qu'en raiſon du quarré de la diſtance, il ne paroît pas qu'à la hauteur d'une demi-lieue, qui n'eſt que la trois-millième partie du demi-diamètre du globe, dont le centre doit être pris pour le foyer de la chaleur; il ne paroît pas, dis-je, que cette différence, qui dans cette ſuppoſition n'eſt que d'une unité ſur neuf millions, puiſſe produire une diminution de chaleur auſſi conſidérable, à beaucoup près, que celle qu'on éprouve en s'élevant à cette hauteur; car le thermomètre y baiſſe dans tous les temps de l'année, juſqu'au point de la congélation de l'eau; la neige ou la glace ſubſiſtent auſſi ſur ces grandes montagnes à peu près à cette hauteur dans toutes les ſaiſons: il n'eſt donc pas probable que cette grande différence de chaleur provienne uniquement de la différence de la chaleur de la terre: l'on en ſera pleinement convaincu, ſi l'on fait attention qu'au haut des volcans, où la terre eſt plus chaude qu'en aucun autre endroit de la ſurface du globe, le froid de l'air eſt à très-peu

près le même que dans les autres montagnes à la même hauteur.

On pourroit donc penſer que les atomes de la lumière, quoique très-chauds au moment de leur naiſſance & au ſortir du ſoleil, ſe refroidiſſent beaucoup pendant les ſept minutes & demie de temps que dure leur traverſée du ſoleil à la terre, d'autant que la durée de la chaleur, ou, ce qui revient au même, le temps du refroidiſſement des corps étant en raiſon de leur diamètre, il ſembleroit qu'il ne faut qu'un très-petit moment pour le refroidiſſement des atomes preſqu'infiniment petits de la lumière; & cela ſeroit en effet s'ils étoient iſolés, mais comme ils ſe ſuccèdent preſque immédiatement, & qu'ils ſe propagent en faiſceaux d'autant plus ſerrés qu'ils ſont plus près du lieu de leur origine, la chaleur que chaque atome perd, tombe ſur les atomes voiſins; & cette communication réciproque de la chaleur qui s'évapore de chaque atome, entretient plus long-temps la chaleur générale de la lumière; & comme ſa direction conſtante eſt toujours en rayons divergens, que leur éloignement l'un de l'autre augmente comme l'eſpace qu'ils

ont parcouru, & qu'en même temps la chaleur qui part de chaque atome, comme centre, diminue auſſi dans la même raiſon; il s'enſuit que l'action de la lumière des rayons ſolaires décroiſſant en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, celle de leur chaleur décroît en raiſon inverſe du quarré-quarré de cette même diſtance.

Prenant donc pour unité le demi-diamètre du ſoleil, & ſuppoſant l'action de la lumière comme 1000, à la diſtance d'un demi-diamètre de la ſurface de cet aſtre, elle ne ſera plus que comme $\frac{1000}{4}$ à la diſtance de deux demi-diamètres, que comme $\frac{1000}{9}$ à celle de trois demi-diamètres, comme $\frac{100}{16}$ à la diſtance de quatre demi-diamètres; & enfin en arrivant à nous qui ſommes éloignés du ſoleil de trente-ſix millions de lieues, c'eſt-à-dire, d'environ deux cents vingt-quatre de ſes demi-diamètres, l'action de la lumière ne ſera plus que comme $\frac{1000}{50625}$, c'eſt-à-dire, plus de cinquante mille fois plus foible qu'au ſortir du ſoleil, & la chaleur de chaque atome de lumière étant auſſi ſuppoſée 1000 au ſortir du ſoleil, ne ſera plus que comme $\frac{1000}{16}$, $\frac{1000}{81}$, $\frac{1000}{256}$ à la

diſtance ſucceſſive de 1, 2, 3 demi-diamètres, & en arrivant à nous, comme $\frac{1000}{25628906 25}$, c'eſt-à-dire, plus de deux mille cinq cents millions de fois plus foible qu'au ſortir du ſoleil.

Quand même on ne voudroit pas admettre cette diminution de la chaleur de la lumière en raiſon du quarré-quarré de la diſtance au ſoleil, quoique cette eſtimation me paroiſſe fondée ſur un raiſonnement aſſez clair, il ſera toujours vrai que la chaleur, dans ſa propagation, diminue beaucoup plus que la lumière, au moins quant à l'impreſſion qu'elles font l'une & l'autre ſur nos ſens. Qu'on excite une très-forte chaleur, qu'on allume un grand feu dans un point de l'eſpace, on ne le ſentira qu'à une diſtance médiocre, au lieu qu'on en voit la lumière à de très-grandes diſtances; qu'on approche peu-à-peu la main d'un corps exceſſivement chaud, on s'apercevra par la ſeule ſenſation, que la chaleur augmente beaucoup plus que l'eſpace ne diminue; car on ſe chauffe ſouvent avec plaiſir à une diſtance qui ne diffère que de quelques pouces de celle où l'on ſe brûleroit.

Tout paroît donc nous indiquer que la chaleur diminue en plus grande raison que la lumière, à mesure que toutes deux s'éloignent du foyer dont elles partent.

Ainsi l'on peut croire que les atomes de la lumière sont fort refroidis lorsqu'ils arrivent à la surface de notre atmosphère, mais qu'en traversant la grande épaisseur de cette masse transparente, ils y reprennent par le frottement une nouvelle chaleur. La vîtesse infinie avec laquelle les particules de la lumière frôlent celles de l'air, doit produire une chaleur d'autant plus grande, que le frottement est plus multiplié; & c'est probablement par cette raison que la chaleur des rayons solaires se trouve, par l'expérience, beaucoup plus grande dans les couches inférieures de l'atmosphère, & que le froid de l'air paroît augmenter si considérablement à mesure qu'on s'élève. Peut-être aussi que comme la lumière ne prend de la chaleur qu'en se réunissant, il faut un grand nombre d'atomes de lumière pour constituer un seul atome de chaleur, & que c'est par cette raison, que la lumière foible de la lune, quoique frôlée dans

l'atmoſphère, comme celle du ſoleil, ne prend aucun degré de chaleur ſenſible. Si, comme le dit M. Bouguer *(h)*, l'intenſité de la lumière du ſoleil à la ſurface de la terre, eſt trois cents mille fois plus grande que celle de la lumière de la lune, celle-ci ne peut qu'être preſqu'abſolument inſenſible, même en la réuniſſant au foyer des plus puiſſans miroirs ardens qui ne peuvent la condenſer qu'environ deux mille fois, dont ôtant la moitié pour la perte par la réflexion ou la réfraction, il ne reſte qu'une trois-centième partie d'intenſité au foyer du miroir. Or, y a-t-il des thermomètres aſſez ſenſibles pour indiquer le degré de chaleur contenu dans une lumière trois cents fois plus foible que celle du ſoleil, & pourra-t-on faire des miroirs aſſez puiſſans pour la condenſer davantage ?

Ainſi l'on ne doit pas inférer de tout ce que j'ai dit, que la lumière puiſſe exiſter ſans aucune chaleur, mais ſeulement que les degrés de cette chaleur ſont très-différens, ſelon les différentes

(h) Eſſai d'Optique ſur la gradation de la lumière.

circonstances, & toujours insensibles lorsque la lumière est très-foible *(i)*. La chaleur au contraire paroît exister habituellement, & même se faire sentir vivement sans lumière; ce n'est ordinairement

(i) On pourroit même présumer que la lumière en elle-même est composée de parties plus ou moins chaudes; le rayon rouge, dont les atomes sont bien plus massifs & probablement plus gros que ceux du rayon violet, doit en toutes circonstances conserver beaucoup plus de chaleur, & cette présomption me paroît assez fondée pour qu'on doive chercher à la constater par l'expérience; il ne faut pour cela que recevoir au sortir du prisme, une égale quantité de rayons rouges & de rayons violets, sur deux petits miroirs concaves ou deux lentilles réfringentes, & voir au thermomètre le résultat de la chaleur des uns & des autres.

Je me rappelle une autre expérience qui semble démontrer que les atomes bleus de la lumière sont plus petits que ceux des autres couleurs; c'est qu'en recevant sur une feuille très-mince d'or battu la lumière du soleil, elle se réfléchit toute, à l'exception des rayons bleus qui passent à travers la feuille d'or, & peignent d'un beau bleu le papier blanc qu'on met à quelque distance derrière la feuille d'or. Ces atomes bleus sont donc plus petits que les autres, puisqu'ils passent où les autres ne peuvent passer: mais je n'insiste pas sur les conséquences qu'on doit tirer de cette expérience, parce que cette couleur bleue produite en apparence par la feuille d'or, peut tenir au phénomène des ombres bleues, dont je parlerai dans un des Mémoires suivans.

que quand elle devient exceſſive que la lumière l'accompagne. Mais ce qui mettroit encore une différence bien eſſentielle entre ces deux modifications de la matière, c'eſt que la chaleur qui pénètre tous les corps, ne paroît ſe fixer dans aucun, & ne s'y arrêter que peu de temps, au lieu que la lumière s'incorpore, s'amortit & s'éteint dans tous ceux qui ne la réfléchiſſent pas, ou qui ne la laiſſent pas paſſer librement. Faites chauffer à tous degrés des corps de toute ſorte, tous perdront en aſſez peu de temps la chaleur acquiſe, tous reviendront au degré de la température générale, & n'auront par conſéquent que la même chaleur qu'ils avoient auparavant. Recevez de même la lumière en plus ou moins grande quantité ſur des corps noirs ou blancs, bruts ou polis, vous reconnoîtrez aiſément que les uns l'admettent, les autres la repouſſent, & qu'au lieu d'être affectés d'une manière uniforme, comme ils le ſont par la chaleur, ils ne le ſont que d'une manière relative à leur nature, à leur couleur, à leur poli; les noirs abſorberont plus la lumière que les blancs, les bruts plus que les polis.

Cette lumière une fois absorbée, reste fixe & demeure dans les corps qui l'ont admise, elle ne reparoît plus, elle n'en sort pas comme le fait la chaleur; d'où l'on devroit conclure que les atomes de la lumière peuvent devenir parties constituantes des corps en s'unissant à la matière qui les compose; au lieu que la chaleur ne se fixant pas, semble empêcher au contraire l'union de toutes les parties de la matière & n'agir que pour les tenir séparées.

Cependant il y a des cas où la chaleur se fixe à demeure dans les corps, & d'autres cas où la lumière qu'ils ont absorbée reparoît & en sort comme la chaleur. Les diamans, les autres pierres transparentes qui s'imbibent de la lumière du soleil; les pierres opaques, comme celle de Bologne qui, par la calcination, reçoivent les particules d'un feu brillant; tous les phosphores naturels rendent la lumière qu'ils ont absorbée, & cette restitution ou déperdition de lumière se fait successivement & avec le temps, à peu près comme se fait celle de la chaleur. Et peut-être la même chose arrive dans

les corps opaques, en tout ou en partie. Quoi qu'il en ſoit, il paroît d'après tout ce qui vient d'être dit, que l'on doit reconnoître deux ſortes de chaleur, l'une lumineuſe, dont le ſoleil eſt le foyer immenſe, & l'autre obſcure, dont le grand réſervoir eſt le globe terreſtre. Notre corps, comme faiſant partie du globe, participe à cette chaleur obſcure; & c'eſt par cette raiſon qu'étant obſcure par elle-même, c'eſt-à-dire, ſans lumière, elle eſt encore obſcure pour nous, parce que nous ne nous en apercevons par aucun de nos ſens. Il en eſt de cette chaleur du globe comme de ſon mouvement, nous y ſommes ſoumis, nous y participons ſans le ſentir & ſans nous en douter. De-là il eſt arrivé que les Phyſiciens ont porté d'abord toutes leurs vues, toutes leurs recherches ſur la chaleur du ſoleil, ſans ſoupçonner qu'elle ne faiſoit qu'une très-petite partie de celle que nous éprouvons réellement; mais ayant fait des inſtrumens pour reconnoître la différence de chaleur immédiate des rayons du ſoleil en été, à celle de ces mêmes rayons en hiver, ils ont trouvé

avec étonnement, que cette chaleur solaire est en été soixante-six fois plus grande qu'en hiver dans notre climat, & que néanmoins la plus grande chaleur de notre été ne différoit que d'un septième du plus grand froid de notre hiver: d'où ils ont conclu, avec grande raison, qu'indépendamment de la chaleur que nous recevons du soleil, il en émane une autre du globe même de la terre, bien plus considérable, & dont celle du soleil n'est que le complément; en sorte qu'il est aujourd'hui démontré que cette chaleur qui s'échappe de l'intérieur de la terre *(k)*, est dans notre climat au moins vingt-neuf fois en été, & quatre cents fois en hiver plus grande que la chaleur qui nous vient du soleil; je dis au moins, car quelqu'exactitude que les Physiciens, & en particulier M. de Mairan, aient apporté dans ces recherches, quelque précision qu'ils aient pu mettre dans leurs observations & dans leur calcul;

(k) Voyez l'Histoire de l'Académie des Sciences, *année 1702, page 7*; & le Mémoire de M. Amontons, *page 155*. — Les Mémoires de M. de Mairan, *année 1710, page 104; année 1721, page 8; année 1765, page 143*.

j'ai vu en les examinant, que le réſultat pouvoit en être porté plus haut *(l)*.

(l) Les Phyſiciens ont pris pour le degré du froid abſolu mille degrés au-deſſous de la congélation, il falloit plutôt le ſuppoſer de dix mille que de mille, car quoique je ſois très-perſuadé qu'il n'exiſte rien d'abſolu dans la Nature, & que peut-être un froid de dix mille degrés n'exiſte que dans les eſpaces les plus éloignés de tout ſoleil; cependant, comme il s'agit ici de prendre pour unité le plus grand froid poſſible, je l'aurois au moins ſuppoſé plus grand que celui dont nous pouvons produire la moitié ou les trois cinquièmes, car on a produit artificiellement cinq cents quatre-vingt-douze degrés de froid à Péterſbourg, le 6 Janvier 1760, le froid naturel étant de trente-un degrés au-deſſous de la congélation; & ſi l'on eût fait la même expérience en Sibérie, où le froid naturel eſt quelquefois de ſoixante-dix degrés, on eût produit un froid de plus de mille degrés; car on a obſervé que le froid artificiel ſuivoit la même proportion que le froid naturel. Or, $31 : 592 :: 70 : 1336\frac{16}{31}$; il ſeroit donc poſſible de produire en Sibérie un froid de treize cents trente-ſix degrés au-deſſous de la congélation; donc le plus grand degré de froid poſſible doit être ſuppoſé bien au-delà de mille ou même de treize cents trente-ſix pour en faire l'unité, à laquelle on rapporte les degrés de la chaleur, tant ſolaire que terreſtre, ce qui ne laiſſera pas d'en rendre la différence encore plus grande. — Une autre remarque que j'ai faite en examinant la conſtruction de la table, dans laquelle M. de Mairan donne les rapports de la chaleur des émanations du globe terreſtre à ceux

Cette grande chaleur qui réſide dans intérieur du globe, qui ſans ceſſe en mane à l'extérieur, doit entrer comme lément dans la combinaiſon de tous les utres élémens. Si le ſoleil eſt le père de ı Nature, cette chaleur de la terre en ſt la mère, & toutes deux ſe réuniſſent our produire, entretenir, animer les êtres rganiſés, & pour travailler, aſſimiler, ompoſer les ſubſtances inanimées. Cette haleur intérieure du globe qui tend

---

e la chaleur ſolaire pour tous les climats de la erre, c'eſt qu'il n'a pas penſé ou qu'il a négligé 'y faire entrer la conſidération de l'épaiſſeur du lobe, plus grande ſous l'équateur que ſous les ôles. Cela néanmoins devroit être mis en compte, & auroit un peu changé les rapports qu'il donne our chaque latitude. — Enfin une troiſième re- narque, & qui tient à la première, c'eſt qu'il dit *page 160*) qu'ayant fait conſtruire une machine ui étoit comme un extrait de mes miroirs brûlans, & ayant fait tomber la lumière réfléchie du ſoleil ur des thermomètres, il avoit toujours trouvé que i un miroir plan avoit fait monter la liqueur, par xemple, de trois degrés, deux miroirs dont on éuniſſoit la lumière, la faiſoient monter de ſix egrés, & trois miroirs de neuf degrés. Or, il eſt ité de ſentir que ceci ne peut pas être généra- ement vrai, car la grandeur des degrés du ther- nomètre n'eſt fondée que ſur la diviſion en mille arties, & ſur la ſuppoſition que mille degrés au-

toujours du centre à la circonférence, & qui s'éloigne perpendiculairement de la ſurface de la terre, eſt à mon avis, un grand agent dans la Nature; l'on ne peut guère douter qu'elle n'ait la principale influence ſur la perpendicularité de la tige des plantes, ſur les phénomènes de l'électricité, dont la principale cauſe eſt le frottement ou mouvement en ſens contraire, ſur les effets du magnétiſme, &c. Mais comme je ne prétends pas faire ici un

deſſous de la congélation ſont le froid abſolu; & comme il s'en faut bien que ce terme ſoit celui du plus grand froid poſſible, il eſt néceſſaire qu'une augmentation de chaleur double ou triple par la réunion de deux ou trois miroirs, élève la liqueur à des hauteurs différentes de celle des degrés du thermomètre, ſelon que l'expérience ſera faite dans un temps plus ou moins chaud; que celui où ces hauteurs s'accorderont le mieux ou différeront le moins, ſera celui des jours chauds de l'été, & que les expériences ayant été faites ſur la fin de Mai, ce n'eſt que par haſard qu'elles ont donné le réſultat des augmentations de chaleur par les miroirs, proportionnelles aux degrés de l'échelle du thermomètre. Mais j'abrège cette critique, en renvoyant à ce que j'ai dit près de vingt ans avant ce Mémoire de M. de Mairan, ſur la conſtruction d'un thermomètre réel, & ſa graduation par le moyen de mes miroirs brûlans. *Voyez les Mémoires de l'Acad. des Sciences, année 1747.*

Traitté

Traité de Physique, je me bornerai aux effets de cette chaleur sur les autres élémens. Elle suffit seule, elle est même bien plus grande qu'il ne faut pour maintenir la raréfaction de l'air au degré que nous respirons; elle est plus que suffisante pour entretenir l'eau dans son état de liquidité, car on a descendu des thermomètres jusqu'à cent vingt brasses de profondeur *(m)*, & les retirant promptement, on a vu que la température de l'eau y étoit à très-peu près la même que dans l'intérieur de la terre à pareille profondeur, c'est-à-dire, de dix degrés deux tiers. Et comme l'eau la plus chaude monte toujours à la surface, & que le sel l'empêche de geler, on ne doit pas être surpris de ce qu'en général la mer ne gèle pas, & que les eaux douces ne gèlent que d'une certaine épaisseur, l'eau du fond restant toujours liquide, lors même qu'il fait le plus grand froid, & que les couches supérieures sont en glace de dix pieds d'épaisseur.

(m) Histoire physique de la mer, par M. le comte Marsigli, *page 16.*

Mais la terre est celui de tous les élémens sur lequel cette chaleur intérieure a dû produire & produit encore les plus grands effets. On ne peut pas douter, après les preuves que j'en ai données *(n)*, que cette chaleur n'ait été originairement bien plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui, ainsi on doit lui rapporter, comme à la cause première, toutes les sublimations, précipitations, agrégations, séparations, en un mot, tous les mouvemens qui se sont faits & se font chaque jour dans l'intérieur du globe, & sur-tout dans la couche extérieure où nous avons pénétré, & dont la matière a été remuée par les agens de la Nature, ou par les mains de l'homme; car à une ou peut-être deux lieues de profondeur, on ne peut guère présumer qu'il y ait eu des conversions de matière, ni qu'il s'y fasse encore des changemens réels : toute la masse du globe ayant été fondue, liquéfiée par le feu, l'intérieur n'est qu'un verre ou concret ou discret, dont la substance

(n) Voyez dans cet Ouvrage l'article de la formation des Planètes; & ci-après, les articles des époques de la Nature.

simple ne peut recevoir aucune altération par la chaleur seule ; il n'y a donc que la couche supérieure & superficielle qui, étant exposée à l'action des causes extérieures, aura subi toutes les modifications que ces causes réunies à celle de la chaleur intérieure auront pu produire par leur action combinée, c'est-à-dire, toutes les modifications, toutes les différences, toutes les formes, en un mot, des substances minérales.

Le feu qui ne paroît être, à la première vue, qu'un composé de chaleur & de lumière, ne seroit-il pas encore une modification de la matière qu'on doive considérer à part, quoiqu'elle ne diffère pas essentiellement de l'une ou de l'autre, & encore moins des deux prises ensemble ? le feu n'existe jamais sans chaleur, mais il peut exister sans lumière. On verra par mes expériences, que la chaleur seule & dénuée de toute apparence de lumière, peut produire les mêmes effets que le feu le plus violent. On voit aussi que la lumière seule, lorsqu'elle est réunie, produit les mêmes effets ; elle semble porter en elle-même une substance qui n'a pas

beſoin d'aliment ; le feu ne peut ſubſiſter au contraire qu'en abſorbant de l'air, & il devient d'autant plus violent qu'il en abſorbe davantage, tandis que la lumière concentrée & reçue dans un vaſe purgé d'air, agit comme le feu dans l'air, & que la chaleur reſſerrée, retenue dans un eſpace clos, ſubſiſte & même augmente avec une très-petite quantité d'alimens. La différence la plus générale entre le feu, la chaleur & la lumière, me paroît donc conſiſter dans la quantité, & peut-être dans la qualité de leurs alimens.

L'air eſt le premier aliment du feu, les matières combuſtibles ne ſont que le ſecond ; j'entends par premier aliment, celui qui eſt toujours néceſſaire & ſans lequel le feu ne pourroit faire aucun uſage des autres. Des expériences connues de tous les Phyſiciens, nous démontrent qu'un petit point de feu, tel que celui d'une bougie placée dans un vaſe bien fermé, abſorbe en peu de temps une grande quantité d'air, & qu'elle s'éteint auſſitôt que la quantité ou la qualité de cet aliment lui manque. D'autres expériences bien connues des Chimiſtes, prouvent

que les matières les plus combuſtibles, telles que les charbons ne ſe conſument pas dans des vaiſſeaux bien clos, quoiqu'expoſés à l'action du plus grand feu. L'air eſt donc le premier, le véritable aliment du feu, & les matières combuſtibles ne peuvent lui en fournir que par le ſecours & la médiation de cet élément dont il eſt néceſſaire, avant d'aller plus loin, que nous conſidérions ici quelques propriétés.

Nous avons dit que toute fluidité avoit la chaleur pour cauſe, & en comparant quelques fluides enſemble, nous voyons qu'il faut beaucoup plus de chaleur pour tenir le fer en fuſion que l'or, beaucoup plus pour y tenir l'or que l'étain, beaucoup moins pour y tenir la cire, beaucoup moins pour y tenir l'eau, encore beaucoup moins pour y tenir l'eſprit-de-vin, & enfin exceſſivement moins pour y tenir le mercure, puiſqu'il ne perd ſa fluidité qu'au cent quatre-vingt-ſeptième degré au-deſſous de celui où l'eau perd la ſienne. Cette matière, le mercure, ſeroit donc le plus fluide des corps ſi l'air ne l'étoit encore plus. Or, que nous indique cette

fluidité plus grande dans l'air que dans aucune matière ? il me semble qu'elle suppose le moindre degré possible d'adhérence entre ses parties constituantes, ce qu'on peut concevoir en les supposant de figure à ne pouvoir se toucher qu'en un point. On pourroit croire aussi qu'étant douées de si peu d'énergie apparente, & de si peu d'attraction mutuelle des unes vers les autres, elles sont, par cette raison, moins massives & plus légères que celles de tous les autres corps : mais cela me paroît démenti par la comparaison du mercure, le plus fluide des corps après l'air, & dont néanmoins les parties constituantes paroissent être plus massives & plus pesantes que celles de toutes les autres matières, à l'exception de l'or. La plus ou moins grande fluidité n'indique donc pas que les parties du fluide soient plus ou moins pesantes, mais seulement que leur adhérence est d'autant moindre, leur union d'autant moins intime, & leur séparation d'autant plus aisée. S'il faut mille degrés de chaleur pour entretenir la fluidité de l'eau, il n'en faudra peut-être qu'un pour maintenir celle de l'air.

L'air eſt donc de toutes les matières connues, celle que la chaleur diviſe le plus facilement, celle dont les parties lui obéiſſent avec le moins de réſiſtance, celle qu'elle met le plus aiſément en mouvement expanſif & contraire à celui de la force attractive. Ainſi l'air eſt tout près de la nature du feu, dont la principale propriété conſiſte dans ce mouvement expanſif; & quoique l'air ne l'ait pas par lui-même, la plus petite particule de chaleur ou de feu ſuffiſant pour le lui communiquer, on doit ceſſer d'être étonné de ce que l'air augmente ſi fort l'activité du feu, & de ce qu'il eſt ſi néceſſaire à ſa ſubſiſtance: car étant de toutes les ſubſtances celle qui prend le plus aiſément le mouvement expanſif, ce ſera celle auſſi que le feu entraînera, enlèvera de préférence à toute autre, ce ſera celle qu'il s'appropriera le plus intimement, comme étant de la nature la plus voiſine de la ſienne; & par conſéquent l'air doit être du feu l'adminicule le plus puiſſant, l'aliment le plus convenable, l'*ami* le plus intime & le plus néceſſaire.

Les matières combuſtibles que l'on

regarde vulgairement comme les vrais alimens du feu, ne lui ſervent néanmoins, ne lui profitent en rien dès qu'elles ſont privées du ſecours de l'air, le feu le plus violent ne les conſume pas, & même ne leur cauſe aucune altération ſenſible, au lieu qu'avec de l'air, une ſeule étincelle de feu les embraſe, & qu'à meſure qu'on fournit de l'air en plus ou moins grande quantité, le feu devient dans la même proportion plus vif, plus étendu, plus dévorant. De ſorte qu'on peut meſurer la célérité ou la lenteur avec laquelle le feu conſume les matières combuſtibles par la quantité plus ou moins grande de l'air qu'on lui fournit. Ces matières ne ſont donc, pour le feu, que des alimens ſecondaires, qu'il ne peut s'approprier par lui-même, & dont il ne peut faire uſage qu'autant que l'air s'y mêlant, les rapproche de la nature du feu, en les modifiant, & leur ſert d'intermède pour les y réunir.

On pourra (ce me ſemble) concevoir clairement cette opération de la Nature, en conſidérant que le feu ne réſide pas dans les corps d'une manière fixe, qu'il

n'y fait ordinairement qu'un ſéjour inſtantané, qu'étant toujours en mouvement expanſif, il ne peut ſubſiſter dans cet état qu'avec les matières ſuſceptibles de ce même mouvement, que l'air s'y prêtant avec toute facilité, la ſomme de ce mouvement devient plus grande, l'action du feu plus vive, & que dès-lors les parties les plus volatiles des matières combuſtibles, telles que les molécules aëriennes, huileuſes, &c. obéiſſant ſans effort à ce mouvement expanſif qui leur eſt communiqué, elles s'élèvent en vapeurs: que ces vapeurs ſe convertiſſent en flamme par le même ſecours de l'air extérieur; & qu'enfin tant qu'il ſubſiſte dans les corps combuſtibles quelques parties capables de recevoir, par le ſecours de l'air, ce mouvement d'expanſion, elles ne ceſſent de s'en ſéparer pour ſuivre l'air & le feu dans leur route, & par conſéquent ſe conſumer en s'évaporant avec eux.

Il y a de certaines matières, telles que le phoſphore artificiel, le pyrophore, la poudre à canon qui paroiſſent à la première vue faire une exception à ce que

je viens de dire, car elles n'ont pas beſoin pour s'enflammer & ſe conſumer en entier, du ſecours d'un air renouvelé; leur combuſtion peut s'opérer dans les vaiſſeaux les mieux fermés; mais c'eſt par la raiſon que ces matières, qu'on doit regarder comme les plus combuſtibles de toutes, contiennent dans leur ſubſtance tout l'air néceſſaire à leur combuſtion. Leur feu produit d'abord cet air & le conſume à l'inſtant, & comme il eſt en très-grande quantité dans ces matières, il ſuffit à leur pleine combuſtion qui dès-lors n'a pas beſoin, comme toutes les autres, du ſecours d'un air étranger.

Cela ſemble nous indiquer que la différence la plus eſſentielle qu'il y ait entre les matières combuſtibles & celles qui ne le ſont pas, c'eſt que celles-ci ne contiennent que peu ou point de ces matières légères, aëriennes, huileuſes, ſuſceptibles du mouvement expanſif, ou que ſi elles en contiennent, elles s'y trouvent fixées & retenues; en ſorte que quoique volatiles en elles-mêmes, elles ne peuvent exercer leur volatilité toutes

les fois que la force du feu n'eſt pas aſſez grande pour ſurmonter la force d'adhéſion qui les retient unies aux parties fixes de la matière. On peut même dire que cette induction qui ſe tire immédiatement de mes principes, ſe trouve confirmée par un grand nombre d'obſervations bien connues des Chimiſtes & des Phyſiciens; mais ce qui paroît l'être moins, & qui cependant en eſt une conſéquence néceſſaire, c'eſt que toute matière pourra devenir volatile dès que l'homme pourra augmenter aſſez la force expanſive du feu, pour la rendre ſupérieure à la force attractive qui tient unies les parties de la matière, que nous appelons fixes; car d'une part, il s'en faut bien que nous ayons un feu auſſi fort que nous pourrions l'avoir par des miroirs mieux conçus que ceux dont on s'eſt ſervi juſqu'à ce jour; & d'autre côté, nous ſommes aſſurés que la fixité n'eſt qu'une quantité relative, & qu'aucune matière n'eſt d'une fixité abſolue ou invincible; puiſque la chaleur dilate les corps les plus fixes. Or, cette dilatation n'eſt-elle pas l'indice d'un commencement de ſéparation qu'on augmente

avec le degré de chaleur juſqu'à la fuſion, & qu'avec une chaleur encore plus grande on augmenteroit juſqu'à la volatiliſation ?

La combuſtion ſuppoſe quelque choſe de plus que la volatiliſation, il ſuffit pour celle-ci que les parties de la matière ſoient aſſez diviſées, aſſez ſéparées les unes des autres pour pouvoir être enlevées par celles de la chaleur ; au lieu que pour la combuſtion, il faut encore qu'elles ſoient d'une nature analogue à celle du feu, ſans cela le mercure qui eſt le plus fluide après l'air, ſeroit auſſi le plus combuſtible, tandis que l'expérience nous démontre que quoique très-volatil il eſt incombuſtible. Or, quelle eſt donc l'analogie ou plutôt le rapport de nature que peuvent avoir les matières combuſtibles avec le feu ? La matière en général, eſt compoſée de quatre ſubſtances principales, qu'on appelle *Élémens ;* la terre, l'eau, l'air & le feu, entrent tous quatre en plus ou moins grande quantité dans la compoſition de toutes les matières particulières ; celles où la terre & l'eau dominent ſeront fixes, & ne pourront devenir que volatiles par l'action de la chaleur ; celles au contraire

qui contiennent beaucoup d'air & de feu, ſeront les ſeules vraiment combuſtibles. La grande difficulté qu'il y ait ici, c'eſt de concevoir nettement comment l'air & le feu, tous deux ſi volatils, peuvent ſe fixer & devenir parties conſtituantes de tous les corps, car nous prouverons que quoiqu'il y ait une plus grande quantité d'air & de feu fixes dans les matières combuſtibles, & qu'ils y ſoient combinés d'une manière différente que dans les autres matières, toutes néanmoins contiennent une quantité conſidérable de ces deux élémens; & que les matières les plus fixes & les moins combuſtibles, ſont celles qui retiennent ces élémens fugitifs avec le plus de force. Le fameux Phlogiſtique des Chimiſtes (être de leur méthode plutôt que de la Nature), n'eſt pas un principe ſimple & identique, comme ils nous le préſentent; c'eſt un compoſé, un produit de l'alliage, un réſultat de la combinaiſon des deux élémens, de l'air & du feu fixés dans les corps. Sans nous arrêter donc ſur les idées obſcures & incomplètes que pourroit nous fournir la conſidération de cet être

précaire, tenons-nous-en à celle de nos quatre élémens réels, auxquels les Chimiſtes, avec tous leurs nouveaux principes, ſeront toujours forcés de revenir ultérieurement.

Nous voyons clairement que le feu en abſorbant de l'air en détruit le reſſort. Or, il n'y a que deux manières de détruire un reſſort, la première en le comprimant aſſez pour le rompre, la ſeconde en l'étendant aſſez pour qu'il ſoit ſans effet. Ce n'eſt pas de la première manière dont le feu peut détruire le reſſort de l'air; puiſque le moindre degré de chaleur le raréfie, que cette raréfaction augmente avec elle, & que l'expérience nous apprend qu'à une très-forte chaleur, la raréfaction de l'air eſt ſi grande, qu'il occupe alors un eſpace treize fois plus étendu que celui de ſon volume ordinaire; le reſſort dès-lors en eſt d'autant plus foible, & c'eſt dans cet état qu'il peut devenir fixe & s'unir ſans réſiſtance ſous cette nouvelle forme avec les autres corps. On entend bien que cet air transformé & fixé, n'eſt point du tout le même que celui qui ſe trouve diſperſé, diſſéminé dans la plupart

des matières, & qui conserve dans leurs pores sa nature entière; celui-ci ne leur est que mélangé & non pas uni; il ne leur tient que par une très-foible adhérence, au lieu que l'autre leur est si étroitement attaché, si intimément incorporé, que souvent on ne peut l'en séparer.

Nous voyons de même que la lumière, en tombant sur les corps, n'est pas, à beaucoup près, entièrement réfléchie, qu'il en reste en grande quantité dans la petite épaisseur de la surface qu'elle frappe; que par conséquent elle y perd son mouvement, s'y éteint, s'y fixe & devient dès-lors partie constituante de tout ce qu'elle pénètre. Ajoutez à cet air, à cette lumière, transformés & fixés dans les corps, & qui peuvent être en quantité variable; ajoutez-y, dis-je, la quantité constante du feu que toutes les matières, de quelque espèce que ce soit, possèdent également: cette quantité constante de feu ou de chaleur actuelle du globe de la terre, dont la somme est bien plus grande que celle de la chaleur qui nous vient du soleil, me paroît être

non-ſeulement un des grands reſſorts du mécaniſme de la Nature, mais en même temps un élément dont toute la matière du globe eſt pénétrée; c'eſt le feu élémentaire qui, quoique toujours en mouvement expanſif, doit par ſa longue réſidence dans la matière, & par ſon choc contre ſes parties fixes, s'unir, s'incorporer avec elles, & s'éteindre par parties comme le fait la lumière *(o)*.

Si nous conſidérons plus particulièrement la nature des matières combuſtibles, nous verrons que toutes proviennent originairement des végétaux, des animaux, des êtres en un mot, qui ſont placés à la ſurface du globe que le ſoleil éclaire, échauffe & vivifie; les bois, les charbons,

(o) Ceci même pourroit ſe prouver par une expérience qui mériteroit d'être pouſſée plus loin. J'ai recueilli ſur un miroir ardent par réflexion, une aſſez forte chaleur ſans aucune lumière, au moyen d'une plaque de tôle miſe entre le braſier & le miroir; une partie de la chaleur s'eſt réfléchie au foyer du miroir, tandis que tout le reſte de la chaleur l'a pénétré; mais je n'ai pu m'aſſurer ſi l'augmentation de chaleur dans la matière du miroir, n'étoit pas auſſi grande que s'il n'en eût pas réfléchi.

les tourbes, les bitumes, les réſines, les huiles, les graiſſes, les ſuifs qui ſont les vraies matières combuſtibles, puiſque toutes les autres ne le ſont qu'autant qu'elles en contiennent, ne proviennent-ils pas tous des corps organiſés ou de leurs détrimens! le bois & même le charbon ordinaire, les graiſſes, les huiles par expreſſion, la cire & le ſuif ne ſont que des ſubſtances extraites immédiatement des végétaux & des animaux; les tourbes, les charbons foſſiles, les ſuccins, les bitumes liquides ou concrets, ſont des produits de leur mélange & de leur décompoſition, dont les détrimens ultérieurs forment les ſoufres & les parties combuſtibles du fer, du zinc, des pyrites & de tous les minéraux que l'on peut enflammer. Je ſens que cette dernière aſſertion ne ſera pas admiſe, & pourra même être rejetée, ſur-tout par ceux qui n'ont étudié la Nature que par la voie de la chimie; mais je les prie de conſidérer que leur méthode n'eſt pas celle de la Nature, qu'elle ne pourra le devenir ou même s'en approcher qu'autant qu'elle s'accordera avec la ſaine phyſique, autant qu'on

en bannira, non-ſeulement les expreſſions obſcures & techniques, mais ſur-tout les principes précaires, les êtres fictifs auxquels on fait jouer le plus grand rôle, ſans néanmoins les connoître. Le ſoufre, *en chimie*, n'eſt que le compoſé de l'acide vitriolique & du phlogiſtique; quelle apparence y a-t-il donc qu'il puiſſe, comme les autres matières combuſtibles, tirer ſon origine du détriment des végétaux ou des animaux! A cela je réponds, même en admettant cette définition chimique, que l'acide vitriolique, & en général tous les acides, tous les alkalis ſont moins des ſubſtances de la Nature que des produits de l'art. La Nature forme des ſels & du ſoufre, elle emploie à leur compoſition, comme à celle de toutes les autres ſubſtances, les quatre élémens, beaucoup de terre & d'eau, un peu d'air & de feu entrent en quantité variable dans chaque différente ſubſtance ſaline; moins de terre & d'eau, & beaucoup plus d'air & de feu, ſemblent entrer dans la compoſition du ſoufre. Les ſels & les ſoufres doivent donc être regardés comme des êtres de la Nature dont on extrait, par le ſecours

de l'art de la chimie, & par le moyen du feu, les différens acides qu'ils contiennent; & puiſque nous avons employé le feu, & par conſéquent de l'air & des matières combuſtibles pour extraire ces acides, pouvons-nous douter qu'ils n'aient retenu, & qu'ils ne contiennent réellement des parties de matière combuſtible qui y ſeront entrées pendant l'extraction?

Le phlogiſtique eſt encore bien moins que l'acide, un être naturel, ce ne ſeroit même qu'un être de raiſon, ſi on ne le regardoit pas comme un compoſé d'air & de feu devenu fixe & inhérent aux autres corps. Le ſoufre peut en effet contenir beaucoup de ce phlogiſtique, beaucoup auſſi d'acide vitriolique; mais il a, comme toute autre matière, & ſa terre & ſon eau; d'ailleurs ſon origine indique qu'il faut une grande conſommation de matières combuſtibles pour ſa production; il ſe trouve dans les volcans, & il ſemble que la Nature ne le produiſe que par effort & par le moyen du plus grand feu; tout concourt donc à nous prouver qu'il eſt de la même nature que les autres matières combuſtibles, & que par conſéquent il

tire, comme elles, ſa première origine du détriment des êtres organiſés.

Mais je vais plus loin : les acides eux-mêmes viennent en grande partie de la décompoſition des ſubſtances animales ou végétales, & contiennent en conſéquence des principes de la combuſtion. Prenons pour exemple le ſalpêtre, ne doit-il pas ſon origine à ces matières ? n'eſt-il pas formé par la putréfaction des végétaux, ainſi que des urines & des excrémens des animaux ? il me ſemble que l'expérience le démontre, puiſqu'on ne cherche, on ne trouve le ſalpêtre que dans les habitations où l'homme & les animaux ont long-temps réſidé ; & puiſqu'il eſt immédiatement formé du détriment des ſubſtances animales & végétales, ne doit-il pas contenir une prodigieuſe quantité d'air & de feu fixes ? auſſi en contient-il beaucoup, & même beaucoup plus que le ſoufre, le charbon, l'huile, &c. Toutes ces matières combuſtibles ont beſoin, comme nous l'avons dit, du ſecours de l'air pour brûler, & ſe conſument d'autant plus vîte, qu'elles en reçoivent en plus grande quantité ; le ſalpêtre n'en a pas

beſoin dès qu'il eſt mêlé avec quelques-unes de ces matières combuſtibles, il ſemble porter en lui-même le réſervoir de tout l'air néceſſaire à ſa combuſtion : en le faiſant détonner lentement, on le voit ſouffler ſon propre feu, comme le feroit un ſoufflet étranger ; en le renfermant le plus étroitement, ſon feu, loin de s'éteindre, n'en prend que plus de force & produit les exploſions terribles, ſur leſquelles ſont fondés nos arts meurtriers. Cette combuſtion ſi prompte eſt en même temps ſi complète qu'il ne reſte preſque rien après l'inflammation, tandis que toutes les autres matières enflammées laiſſent des cendres ou d'autres réſidus qui démontrent que leur combuſtion n'eſt pas entière, ou, ce qui revient au même, qu'elles contiennent un aſſez grand nombre de parties fixes qui ne peuvent ni ſe brûler ni même ſe volatiliſer. On peut de même démontrer que l'acide vitriolique contient auſſi beaucoup d'air & de feu fixes, quoiqu'en moindre quantité que l'acide nitreux ; & dès-lors il tire, comme celui-ci, ſon origine de la même ſource, & le ſoufre

dans la compoſition duquel cet acide entre ſi abondamment, tire, des animaux & des végétaux, tous les principes de ſa combuſtibilité.

Le phoſphore artificiel, qui eſt le premier dans l'ordre des matières combuſtibles, & dont l'acide eſt différent de l'acide nitreux & de l'acide vitriolique, ne ſe tire auſſi que du règne animal, ou, ſi l'on veut, en partie du règne végétal élaboré dans les animaux, c'eſt-à-dire, des deux ſources de toute matière combuſtible. Le phoſphore s'enflamme de lui-même, c'eſt-à-dire, ſans communication de matière ignée, ſans frottement, ſans autre addition que celle du contact de l'air : autre preuve de la néceſſité de cet élément pour la combuſtion même d'une matière qui ne paroît être compoſée que du feu. Nous démontrerons dans la ſuite que l'air eſt contenu dans l'eau ſous une forme moyenne, entre l'état d'élaſticité & celui de fixité; le feu paroît être dans le phoſphore à peu-près dans ce même état moyen; car de même que l'air ſe dégage de l'eau dès que l'on diminue la preſſion de l'atmoſphère, le

feu se dégage du phosphore lorsqu'on fait cesser la pression de l'eau, où l'on est obligé de le tenir submergé pour pouvoir le garder & empêcher son feu de s'exalter. Le phosphore semble contenir cet élément sous une forme obscure & condensée, & il paroît être pour le feu obscur ce qu'est le miroir ardent pour le feu lumineux, c'est-à-dire un moyen de condensation.

Mais sans nous soutenir plus long-temps à la hauteur de ces considérations générales, auxquelles je pourrai revenir lorsqu'il sera nécessaire, suivons d'une manière plus directe & plus particulière l'examen du feu; tâchons de saisir ses effets, & de les présenter sous un point de vue plus fixe qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

L'action du feu, sur les différentes substances, dépend beaucoup de la manière dont on l'applique; & le produit de son action sur une même substance, paroîtra différent selon la façon dont il est administré. J'ai pensé qu'on devoit considérer le feu dans trois états différens, le premier relatif à sa vîtesse, le second à son volume, & le troisième à sa masse;

ſous chacun de ces points de vue, cet élément ſi ſimple, ſi uniforme en apparence, paroîtra pour ainſi dire, un élément différent. On augmente la vîteſſe du feu ſans en augmenter le volume apparent, toutes les fois que dans un eſpace donné & rempli de matières combuſtibles, on preſſe l'action & le développement du feu en augmentant la vîteſſe de l'air par des ſoufflets, des trompes, des ventilateurs, des tuyaux d'aſpiration, &c. qui tous accélèrent plus ou moins la rapidité de l'air dirigé ſur le feu; ce qui comprend, comme l'on voit, tous les inſtrumens, tous les fourneaux à vent, depuis les grands fourneaux de forges juſqu'à la lampe des émailleurs.

On augmente l'action du feu par ſon volume toutes les fois qu'on accumule une grande quantité de matières combuſtibles, & qu'on en fait rouler la chaleur & la flamme dans des fourneaux de réverbère; ce qui comprend, comme l'on ſait, les fourneaux de nos manufactures de glaces, de criſtal, de verre, de porcelaine, de poterie, & auſſi ceux où l'on fond tous les métaux & les minéraux, à l'exception

l'exception du fer; le feu agit ici par ſon volume, & n'a que ſa propre vîteſſe puiſqu'on n'en augmente pas la rapidité, par des ſoufflets ou d'autres inſtrumens qui portent l'air ſur le feu. Il eſt vrai que la forme des *tiſards*, c'eſt-à-dire des ouvertures principales, par où ces fourneaux tirent l'air, contribue à l'attirer plus puiſſamment qu'il ne le ſeroit en eſpace libre, mais cette augmentation de vîteſſe eſt très-peu conſidérable en comparaiſon de la grande rapidité que lui donnent les ſoufflets; par ce dernier procédé on accélère l'action du feu qu'on aiguiſe par l'air autant qu'il eſt poſſible; par l'autre procédé on l'augmente en concentrant ſa flamme en grand volume.

Il y a, comme l'on voit, pluſieurs moyens d'augmenter l'action du feu, ſoit qu'on veuille le faire agir par ſa vîteſſe ou par ſon volume; mais il n'y en a qu'un ſeul par lequel on puiſſe augmenter ſa maſſe, c'eſt de le réunir au foyer d'un miroir ardent. Lorſqu'on reçoit ſur un miroir réfringent ou réflexif les rayons du ſoleil, ou même ceux d'un feu bien allumé, on les réunit dans un eſpace

d'autant moindre que le miroir eſt plus grand & le foyer plus court. Par exemple, avec un miroir de quatre pieds de diamètre & d'un pouce de foyer, il eſt clair que la quantité de lumière ou de feu qui tombe ſur le miroir de quatre pieds ſe trouvant réunie dans l'eſpace d'un pouce, ſeroit deux mille trois cents quatre fois plus denſe qu'elle ne l'étoit, ſi toute la matière incidente arrivoit ſans perte à ce foyer. Nous verrons ailleurs ce qui s'en perd effectivement; mais il nous ſuffit ici de faire ſentir que quand même cette perte ſeroit des deux tiers ou des trois quarts, la maſſe du feu concentré au foyer de ce miroir, ſera toujours ſix ou ſept cents fois plus denſe qu'elle ne l'étoit à la ſurface du miroir. Ici, comme dans tous les autres cas, la maſſe accroît par la contraction du volume, & le feu dont on augmente ainſi la denſité, a toutes les propriétés d'une maſſe de matière; car indépendamment de l'action de la chaleur par laquelle il pénètre les corps, il les pouſſe & les déplace comme le feroit un corps ſolide en mouvement qui en choqueroit un autre. On pourra donc

augmenter, par ce moyen, la densité ou la masse du feu d'autant plus qu'on perfectionnera davantage la construction des miroirs ardens.

Or, chacune de ces trois manières d'administrer le feu & d'en augmenter ou la vitesse, ou le volume, ou la masse, produit sur les mêmes substances des effets souvent très-différens; on calcine par l'un de ces moyens ce que l'on fond par l'autre; on volatilise par le dernier ce qui paroît réfractaire au premier; en sorte que la même matière donne des résultats si peu semblables, qu'on ne peut compter sur rien, à moins qu'on ne la travaille en même temps ou successivement par ces trois moyens ou procédés que nous venons d'indiquer; ce qui est une route plus longue, mais la seule qui puisse nous conduire à la connoissance exacte de tous les rapports que les diverses substances peuvent avoir avec l'élément du feu. Et de la même manière que je divise en trois procédés généraux l'administration de cet élément, je divise de même en trois classes toutes les matières que l'on peut soumettre à son action. Je mets à

part, pour un moment, celles qui ſont purement combuſtibles & qui proviennent immédiatement des animaux & des végétaux; & je diviſe toutes les matières minérales en trois claſſes relativement à l'action du feu : la première eſt celle des matières, que cette action, long-temps continuée, rend plus légères, comme le fer; la ſeconde, celle des matières que cette même action du feu rend plus peſantes, comme le plomb; & la troiſième claſſe, eſt celle des matières ſur leſquelles, comme ſur l'or, cette action du feu ne paroît produire aucun effet ſenſible, puiſqu'elle n'altère point leur peſanteur; toutes les matières exiſtantes & poſſibles, c'eſt-à-dire, toutes les ſubſtances ſimples & compoſées, ſeront néceſſairement compriſes dans l'une de ces trois claſſes. Ces expériences, par les trois procédés, qui ne ſont pas difficiles à faire, & qui ne demandent que de l'exactitude & du temps, pourroient nous découvrir pluſieurs choſes utiles, & ſeroient très-néceſſaires pour fonder ſur des principes réels la théorie de la chimie; cette belle ſcience juſqu'à nos jours n'a porté que ſur une nomenclature

précaire, & sur des mots d'autant plus vagues qu'ils sont plus généraux. Le feu étant, pour ainsi dire, le seul instrument de cet art, & sa nature n'étant point connue, non plus que ses rapports avec les autres corps, on ne sait ni ce qu'il y met ni ce qu'il en ôte; on travaille donc à l'aveugle, & l'on ne peut arriver qu'à des résultats obscurs que l'on rend encore plus obscurs en les érigeant en principes. Le phlogistique, le minéralisateur, l'acide, l'akali, &c. ne sont que des termes créés par la méthode, dont les définitions sont adoptées par convention, & ne répondent à aucune idée claire & précise, ni même à aucun être réel. Tant que nous ne connoîtrons pas mieux la nature du feu, tant que nous ignorerons ce qu'il ôte ou donne aux matières qu'on soumet à son action, il ne sera pas possible de prononcer sur la nature de ces mêmes matières d'après les opérations de la chimie; puisque chaque matière à laquelle le feu ôte ou donne quelque chose, n'est plus la substance simple que l'on voudroit connoître, mais une matière composée & mélangée, ou dénaturée & changée par l'addition ou

la ſouſtraction d'autres matières que le feu en enlève ou y fait entrer.

Prenons pour exemple de cette addition & de cette ſouſtraction, le plomb & le marbre; par la ſimple calcination l'on augmente le poids du plomb de près d'un quart, & l'on diminue celui du marbre de près de moitié; il y a donc un quart de matière inconnue que le feu donne au premier, & une moitié d'autre matière également inconnue qu'il enlève au ſecond. Tous les raiſonnemens de la chimie ne nous ont pas démontré juſqu'ici, ce que c'eſt que cette matière donnée ou enlevée par le feu; & il eſt évident que lorſqu'on travaille ſur le plomb & ſur le marbre après leur calcination, ce ne ſont plus ces matières ſimples que l'on traite, mais d'autres matières dénaturées & compoſées par l'action du feu. Ne ſeroit-il donc pas néceſſaire avant tout, de procéder d'après les vues que je viens d'indiquer, de voir d'abord ſous un même coup d'œil toutes les matières que le feu ne change ni n'altère, enſuite celles que le feu détruit ou diminue, & enfin celles qu'il augmente & compoſe en s'incorporant avec elles?

Mais examinons de plus près la nature du feu considéré en lui-même. Puisque c'est une substance matérielle, il doit être sujet à la loi générale, à laquelle toute matière est soumise, il est le moins pesant de tous les corps, mais cependant il pèse; & quoique ce que nous avons dit précédemment suffise pour le prouver évidemment, nous le démontrerons encore par des expériences palpables, & que tout le monde sera en état de répéter aisément. On pourroit d'abord soupçonner par la pesanteur réciproque des astres, que le feu en grande masse est pesant ainsi que toute autre matière; car les astres qui sont lumineux comme le soleil, dont toute la substance paroît être de feu, n'en exercent pas moins leur force d'attraction à l'égard des astres qui ne le sont pas: mais nous démontrerons que le feu même en très-petit volume est réellement pesant, qu'il obéit comme toute autre matière à la loi générale de la pesanteur, & que par conséquent il doit avoir, de même, des rapports d'affinités avec les autres corps; en avoir plus ou moins avec telle ou telle substance, & n'en avoir que peu ou point

du tout avec beaucoup d'autres. Toutes celles qu'il rendra plus peſantes comme le plomb, ſeront celles avec leſquelles il aura le plus d'affinité, & en le ſuppoſant appliqué au même degré & pendant un temps égal, celles de ces matières qui gagneront le plus en peſanteur, ſeront auſſi celles avec leſquelles cette affinité ſera la plus grande. Un des effets de cette affinité dans chaque matière, eſt de retenir la ſubſtance même du feu, & de ſe l'incorporer, & cette incorporation ſuppoſe que non-ſeulement le feu perd ſa chaleur & ſon élaſticité, mais même tout ſon mouvement, puiſqu'il ſe fixe dans ces corps & en devient partie conſtituante. Il y a donc lieu de croire qu'il en eſt du feu comme de l'air qui ſe trouve ſous une forme fixe & concrète dans preſque tous les corps, & l'on peut eſpérer qu'à l'exemple du docteur Hales *(p)*, qui a ſu dégager

(p) Le phoſphore qui n'eſt, pour ainſi dire, qu'une matière ignée, une ſubſtance qui conſerve & condenſe le feu, ſeroit le premier objet des expériences qu'il faudroit faire, pour traiter le feu comme M. Hales a traité l'air, & le premier inſtrument qu'il faudroit employer pour ce nouvel art.

cet air fixé dans tous les corps & en évaluer la quantité, il viendra quelque jour un Physicien habile qui trouvera les moyens de distraire le feu de toutes les matières où il se trouve sous une forme fixe; mais il faut auparavant faire la table de ces matières, en établissant par l'expérience les différens rapports dans lesquels le feu se combine avec toutes les substances qui lui sont analogues, & se fixe en plus ou moins grande quantité, selon que ces substances ont plus ou moins de force pour le retenir.

Car il est évident que toutes les matières dont la pesanteur augmente par l'action du feu, sont douées d'une force attractive, telle que son effet est supérieur à celui de la force expansive, dont les particules du feu sont animées; puisque celle-ci s'amortit & s'éteint, que son mouvement cesse, & que d'élastiques & fugitives qu'étoient ces particules ignées, elles deviennent fixes, solides & prennent une forme concrète. Ainsi les matières qui augmentent de poids par le feu comme l'étain, le plomb, les fleurs de zinc, &c. & toutes les autres qu'on pourra découvrir,

ſont des ſubſtances qui, par leur affinité avec le feu, l'attirent & ſe l'incorporent. Toutes les matières au contraire, qui, comme le fer, le cuivre, &c. deviennent plus légères à meſure qu'on les calcine, ſont des ſubſtances dont la force attractive, relativement aux particules ignées, eſt moindre que la force expanſive du feu; & c'eſt ce qui fait que le feu, au lieu de ſe fixer dans ces matières, en enlève au contraire, & en chaſſe les parties les moins liées qui ne peuvent réſiſter à ſon impulſion. Enfin celles qui, comme l'or, la platine, l'argent, le grès, &c. ne perdent ni n'acquièrent par l'application du feu, & qu'il ne fait, pour ainſi dire, que traverſer ſans en rien enlever & ſans y rien laiſſer, ſont des ſubſtances qui, n'ayant aucune affinité avec le feu, & ne pouvant ſe joindre avec lui, ne peuvent par conſéquent ni le retenir ni l'accompagner en ſe laiſſant enlever. Il eſt évident que les matières des deux premières claſſes, ont avec le feu un certain degré d'affinité, puiſque celles de la ſeconde claſſe ſe chargent du feu qu'elles retiennent, & que le feu ſe charge de celles de la

première classe & qu'il les emporte ; au lieu que les matières de la troisième classe auxquelles il ne donne ni n'ôte rien, n'ont aucun rapport d'affinité ou d'attraction avec lui, & sont, pour ainsi dire, indifférentes à son action, qui ne peut ni les dénaturer ni même les altérer.

Cette division de toutes les matières en trois classes relatives à l'action du feu, n'exclut pas la division plus particulière & moins absolue de toutes les matières en deux autres classes, qu'on a jusqu'ici regardées comme relatives à leur propre nature, qui, dit-on, est toujours vitrescible ou calcaire. Notre nouvelle division n'est qu'un point de vue plus élevé, sous lequel il faut les considérer pour tâcher d'en déduire la connoissance même de l'agent qu'on emploie par les différens rapports que le feu peut avoir avec toutes les substances auxquelles on l'applique ; faute de comparer ou de combiner ces rapports, ainsi que les moyens qu'on emploie pour appliquer le feu, je vois qu'on tombe tous les jours dans des contradictions apparentes, & même dans

des erreurs très-préjudiciables *(q)*.

(q) Je vais en donner un exemple récent. Deux habiles Chimistes (M.rs Pott & d'Arcet), ont soumis un grand nombre de substances à l'action du feu ; le premier s'est servi d'un fourneau que je suis étonné que le second n'ait point entendu, puisque rien ne m'a paru si clair dans tout l'Ouvrage de M. Pott, & qu'il ne faut qu'un coup d'œil sur la planche gravée de ce fourneau, pour reconnoître que par sa construction, il peut, quoique sans soufflets, faire à peu-près autant d'effet que s'il en étoit garni, car au moyen des longs tuyaux qui sont adaptés au fourneau par le haut & par le bas, l'air y arrive & circule avec une rapidité d'autant plus grande, que les tuyaux sont mieux proportionnés ; ce sont des soufflets constans, & dont on peut augmenter l'effet à volonté. Cette construction est si bonne & si simple, que je ne puis concevoir que M. d'Arcet dise *que ce fourneau est un problème pour lui..... qu'il est persuadé que M. Pott a dû se servir de soufflets, &c.* tandis qu'il est évident que son fourneau équivaut par sa construction à l'action des soufflets, & que par conséquent il n'avoit pas besoin d'y avoir recours ; que d'ailleurs ce fourneau est encore exempt du vice que M. d'Arcet reproche aux soufflets, dont il a raison de dire que *l'action alterne, sans cesse renaissante & expirante, jette du trouble & de l'inégalité sur celle du feu*, ce qui ne peut arriver ici, puisque par la construction du fourneau, l'on voit évidemment que le renouvellement de l'air est constant, & que son action ne renaît ni n'expire, mais est continue & toujours uniforme : ainsi M. Pott a employé l'un des moyens dont on se doit servir

On pourroit donc dire avec les

---

pour appliquer le feu; c'eſt-à-dire, un moyen par lequel, comme par les ſoufflets, on augmente la vîteſſe du feu, en le preſſant inceſſamment par un air toujours renouvelé; & toutes les fuſions qu'il a faites par ce moyen, & dont j'ai répété quelques-unes, comme celle du grès, du quartz, &c. ſont très-réelles, quoique M. d'Arcet les nie; car pourquoi les nie-t-il? c'eſt que de ſon côté, au lieu d'employer, comme M. Pott, le premier de nos procédés généraux, c'eſt-à-dire, le feu par ſa vîteſſe accélerée autant qu'il eſt poſſible par le mouvement rapide de l'air, moyen par lequel il eût obtenu les mêmes réſultats, il s'eſt ſervi du ſecond procédé, & n'a employé que le feu en grand volume dans un fourneau, ſans ſoufflets ou ſans équivalent, dans lequel par conſéquent le feu ne devoit pas produire les mêmes effets, mais devoit en donner d'autres, que par la même raiſon, le premier procédé ne pouvoit pas produire; ainſi les contradictions entre les réſultats de ces deux habiles Chimiſtes, ne ſont qu'apparentes & fondées ſur deux erreurs évidentes. La première, conſiſte à croire que le feu le plus violent eſt celui qui eſt en plus grand volume; & la ſeconde, que l'on doit obtenir du feu violent les mêmes réſultats, de quelque manière qu'on l'applique: cependant ces deux idées ſont fauſſes; la conſidération des vérités contraires eſt encore une des premières pierres qu'il faudroit poſer aux fondemens de la Chimie; car ne ſeroit-il pas très-néceſſaire avant tout, & pour éviter de pareilles contradictions à l'avenir, que les Chimiſtes ne perdiſſent pas de vue qu'il y a trois moyens généraux & très-différens l'un

Naturaliſtes, que tout eſt vitreſcible dans

---

de l'autre, d'appliquer le feu violent? Le premier, comme je l'ai dit, par lequel on n'emploie qu'un petit volume de feu, mais que l'on agite, aiguiſe, exalte au plus haut degré par la vîteſſe de l'air, ſoit par des ſoufflets, ſoit par un fourneau ſemblable à celui de M. Pott, qui tire l'air avec rapidité: on voit par l'effet de la lampe d'Emailleur, qu'avec une quantité de feu preſqu'infiniment petite, on fait de plus grands effets en petit, que le fourneau de verrerie ne peut en faire en grand. Le ſecond moyen eſt d'appliquer le feu, non pas en petit, mais en très-grande quantité, comme on le fait dans les fourneaux de porcelaine & de verrerie, où le feu n'eſt fort que par ſon volume, où ſon action eſt tranquille, & n'eſt pas exaltée par un renouvellement très-rapide de l'air. Le troiſième moyen eſt d'appliquer le feu en très-petit volume, mais en augmentant ſa maſſe & ſon intenſité au point de le rendre plus fort que par le ſecond moyen, & plus violent que par le premier; & ce moyen de concentrer le feu & d'en augmenter la maſſe par les miroirs ardens, eſt encore le plus puiſſant de tous.

Or, chacun de ces trois moyens doit fournir un certain nombre de réſultats différens; ſi par le premier moyen on fond & vitrifie telles & telles matières, il eſt très-poſſible que par le ſecond moyen on ne puiſſe vitrifier ces mêmes matières, & qu'au contraire on en puiſſe fondre d'autres qui n'ont pu l'être par le premier moyen; & enfin, il eſt tout auſſi poſſible que par le troiſième moyen on obtienne encore pluſieurs réſultats ſemblables ou différens de ceux qu'ont fournis les deux premiers

la Nature, à l'exception de ce qui eſt

moyens. Dès-lors un Chimiſte qui, comme M. Pott n'emploie que le premier moyen, doit ſe borner à donner les réſultats fournis par ce moyen, faire, comme il l'a fait, l'énumération des matières qu'il a fondues, mais ne pas prononcer ſur la non-fuſibilité des autres, parce qu'elles peuvent l'être par le ſecond ou le troiſième moyen; enfin, ne pas dire affirmativement & excluſivement, en parlant de ſon fourneau, *qu'en une heure de temps, ou deux au plus, il met en fonte tout ce qui eſt fuſible dans la Nature.* Et par la même raiſon, un autre Chimiſte qui, comme M. d'Arcet, ne s'eſt ſervi que du ſecond moyen, tombe dans l'erreur, s'il ſe croit en contradiction avec celui qui ne s'eſt ſervi que du premier moyen, & cela parce qu'il n'a pu fondre pluſieurs matières que l'autre a fait couler, & qu'au contraire, il a mis en fuſion d'autres matières que le premier n'avoit pu fondre; car ſi l'un ou l'autre ſe fût aviſé d'employer ſucceſſivement les deux moyens, il auroit bien ſenti qu'il n'étoit point en contradiction avec lui-même, & que la différence des réſultats ne provenoit que de la différence des moyens employés. Que réſulte-t-il donc de réel de tout ceci, ſinon qu'il faut ajouter à la liſte des matières fondues par M. Pott, celles de M. d'Arcet, & ſe ſouvenir ſeulement que pour fondre les premières, il faut le premier moyen; & le ſecond pour fondre les autres? Il n'y a par conſéquent aucune contradiction entre les expériences de M. Pott & celles de M. d'Arcet, que je crois également bonnes; mais tous deux après cette conciliation, auroient encore tort de conclure qu'ils ont

calcaire; que les quartz, les criſtaux, les

---

fondu par ces deux moyens tout ce qui eſt fuſible dans la Nature, puiſque l'on peut démontrer que par le troiſième moyen, c'eſt-à-dire, par les miroirs ardens, on fond & vitrifie, on volatiliſe & même on brûle quelques matières qui leur ont également paru fixes & réfractaires au feu de leurs fourneaux. Je ne m'arrêterai pas ſur pluſieurs choſes de détail, qui cependant mériteroient animadverſion, parce qu'il eſt toujours utile de ne pas laiſſer germer des idées erronées ou des faits mal vus, & dont on peut tirer de fauſſes conſéquences. M. d'Arcet dit qu'il a remarqué conſtamment que la flamme fait plus d'effet que le feu de charbon : oui ſans doute, ſi ce feu n'eſt pas excité par le vent; mais toutes les fois que le charbon ardent ſera vivifié par un air rapide, il y aura de la flamme qui ſera plus active, & produira de bien plus grands effets que la flamme tranquille. De même, lorſqu'il dit que les fourneaux donnent de la chaleur en raiſon de leur épaiſſeur, cela ne peut être vrai que dans le ſeul cas où les fourneaux étant ſuppoſés égaux, le feu qu'ils contiennent, ſeroit en même temps animé par deux courans d'air, égaux en volume & en rapidité; la violence du feu dépend preſque en entier de cette rapidité du courant de l'air qui l'anime, je puis le démontrer par ma propre expérience : j'ai vu le grès que M. d'Arcet croit infuſible, couler & ſe couvrir d'émail, par le moyen de deux bons ſoufflets, mais ſans le ſecours d'aucun fourneau & à feu ouvert. L'effet des fourneaux épais n'eſt pas d'augmenter la chaleur, mais de la conſerver, & ils la conſervent d'autant plus long-temps qu'ils ſont plus épais.

pierres précieuſes, les cailloux, les grès, les granites, porphyres, agates, ardoiſes, gypſes, argiles, les pierres ponces, les laves, les amiantes avec tous les métaux & autres minéraux, ſont vitrifiables par le feu de nos fourneaux, ou par celui des miroirs ardens; tandis que les marbres, les albâtres, les pierres, les craies, les marnes, & les autres ſubſtances qui proviennent du détriment des coquilles & des madrépores, ne peuvent ſe réduire en fuſion par ces moyens. Cependant je ſuis perſuadé que ſi l'on vient à bout d'augmenter encore la force des fourneaux, & ſur-tout la puiſſance des miroirs ardens, on arrivera au point de faire fondre ces matières calcaires qui paroiſſent être d'une nature différente de celle des autres; puiſqu'il y a mille & mille raiſons de croire qu'au fond, leur ſubſtance eſt la même, & que le verre eſt la baſe commune de toutes les matières terreſtres.

Par les expériences que j'ai pu faire moi-même, pour comparer la force du feu ſelon qu'on emploie, ou ſa vîteſſe ou ſon volume ou ſa maſſe, j'ai trouvé que le feu des plus grands & des plus

puissans fourneaux de verrerie, n'est qu'un feu foible en comparaison de celui des fourneaux à soufflets, & que le feu produit au foyer d'un bon miroir ardent, est encore plus fort que celui des plus grands fourneaux de forge. J'ai tenu pendant trente-six heures, dans l'endroit le plus chaud du fourneau de Rouelle en Bourgogne, où l'on fait des glaces aussi grandes & aussi belles qu'à Saint-Gobin en Picardie, & où le feu est aussi violent; j'ai tenu, dis-je, pendant trente-six heures à ce feu, de la mine de fer, sans qu'elle se soit fondue, ni agglutinée, ni même altérée en aucune manière; tandis qu'en moins de douze heures cette mine coule en fonte dans les fourneaux de ma forge: ainsi ce dernier feu est bien supérieur à l'autre. De même j'ai fondu ou volatilisé au miroir ardent plusieurs matières que, ni le feu des fourneaux de réverbère, ni celui des plus puissans soufflets n'avoit pu fondre, & je me suis convaincu que ce dernier moyen est le plus puissant de tous; mais je renvoie à la partie expérimentale de mon ouvrage, le détail de ces expériences importantes, dont je me

contente d'indiquer ici le réſultat général.

On croit vulgairement que la flamme eſt la partie la plus chaude du feu, cependant rien n'eſt plus mal fondé que cette opinion ; car on peut démontrer le contraire par les expériences les plus aiſées & les plus familières. Préſentez à un feu de paille ou même à la flamme d'un fagot qu'on vient d'allumer, un linge pour le ſécher ou le chauffer, il vous faudra le double & le triple du temps pour lui donner le degré de ſéchereſſe ou de chaleur que vous lui donnerez en l'expoſant à un braſier ſans flamme, ou même à un poële bien chaud. La flamme a été très-bien caractériſée par Newton, lorſqu'il l'a définie une fumée brûlante (*flamma eſt fumus candens*), & cette fumée ou vapeur qui brûle n'a jamais la même quantité, la même intenſité de chaleur que le corps combuſtible duquel elle s'échappe; ſeulement en s'élevant & s'étendant au loin elle a la propriété de communiquer le feu, & de le porter plus loin que ne s'étend la chaleur du braſier, qui ſeule ne ſuffiroit pas pour le communiquer même de près.

Cette communication du feu mérite une attention particulière. J'ai vu, après y avoir réfléchi, que pour la bien entendre il falloit s'aider, non-ſeulement des faits qui paroiſſent y avoir rapport, mais encore de quelques expériences nouvelles, dont le ſuccès ne me paroît laiſſer aucun doute ſur la manière dont ſe fait cette opération de la Nature. Qu'on reçoive dans un moule deux ou trois milliers de fer au ſortir du fourneau, ce métal perd en peu de temps ſon incandeſcence, & ceſſe d'être rouge, après une heure ou deux, ſuivant l'épaiſſeur plus ou moins grande du lingot. Si dans ce moment qu'il ceſſe de nous paroître rouge on le tire du moule, les parties inférieures ſeront encore rouges, mais perdront cette couleur en peu de temps. Or, tant que le rouge ſubſiſte on pourra enflammer, allumer les matières combuſtibles qu'on appliquera ſur ce lingot; mais dès qu'il a perdu cet état d'incandeſcence, il y a des matières en grand nombre qu'il ne peut plus enflammer; & cependant la chaleur qu'il répand eſt peut-être cent fois plus grande que celle d'un feu de paille qui néanmoins

communiqueroit l'inflammation à toutes ces matières; cela m'a fait penser que la flamme étant nécessaire à la communication du feu, il y avoit de la flamme dans toute incandescence: la couleur rouge semble en effet nous l'indiquer; mais par l'habitude où l'on est de ne regarder comme flamme que cette matière légère qu'agite & qu'emporte l'air, on n'a pas pensé qu'il pouvoit y avoir de la flamme assez dense pour ne pas obéir comme la flamme commune à l'impulsion de l'air; & c'est ce que j'ai voulu vérifier par quelques expériences, en approchant par degrés de ligne & de demi-ligne, des matières combustibles, près de la surface du métal en incandescence & dans l'état qui suit l'incandescence *(r)*.

Je suis donc convaincu que les matières incombustibles & même les plus fixes, telles que l'or & l'argent, sont, dans l'état d'incandescence, environnées d'une flamme dense qui ne s'étend qu'à une très-petite distance, & qui, pour

(r) Voyez le détail de ces expériences dans la partie expérimentale de cet Ouvrage.

ainſi dire, eſt attachée à leur ſurface, & je conçois aiſément que quand la flamme devient denſe à un certain degré, elle ceſſe d'obéir à la fluctuation de l'air. Cette couleur blanche ou rouge qui ſort de tous les corps en incandeſcence & vient frapper nos yeux, eſt l'évaporation de cette flamme denſe qui environne le corps en ſe renouvelant inceſſamment à ſa ſurface; & la lumière du ſoleil même n'eſt-elle pas l'évaporation de cette flamme denſe dont brille ſa ſurface avec ſi grand éclat! cette lumière ne produit-elle pas, lorſqu'on la condenſe, les mêmes effets que la flamme la plus vive! ne communique-t-elle pas le feu avec autant de promptitude & d'énergie! ne réſiſte-t-elle pas comme notre flamme denſe à l'impulſion de l'air! ne ſuit-elle pas toujours une route directe que le mouvement de l'air ne peut ni contrarier ni changer! puiſqu'en ſoufflant, comme je l'ai éprouvé, avec un fort ſoufflet ſur le cône lumineux d'un miroir ardent, on ne diminue point du tout l'action de la lumière dont il eſt compoſé, & qu'on doit la regarder comme une

vraie flamme plus pure & plus denſe que toutes les flammes de nos matières combuſtibles.

C'eſt donc par la lumière que le feu ſe communique, & la chaleur ſeule ne peut produire le même effet que quand elle devient aſſez forte pour être lumineuſe. Les métaux, les cailloux, les grès, les briques, les pierres calcaires, quel que puiſſe être leur degré différent de chaleur, ne pourront enflammer deux corps que quand ils ſeront devenus lumineux. L'eau elle-même, cet élément deſtructeur du feu, & par lequel ſeul nous pouvons en empêcher la communication, le communique néanmoins lorſque dans un vaiſſeau bien fermé, tel que celui de la marmite de *Papin* (*f*), on la pénètre d'une aſſez grande quantité de feu pour la rendre lumineuſe, & capable de fondre le plomb & l'étain; tandis que quand elle n'eſt que

(*f*) Dans le *Digeſteur* de Papin, la chaleur de l'eau eſt portée au point de fondre le plomb & l'étain qu'on y a ſuſpendu avec du fil de fer ou de laiton. *Muſſchenbroek, Eſſais de phyſique, page 434*, cité par M. de Mairan, *Diſſertation ſur la glace, page 192.*

bouillante, loin de propager & de communiquer le feu, elle l'éteint ſur le champ. Il eſt vrai que la chaleur ſeule ſuffit pour préparer & diſpoſer les corps combuſtibles à l'inflammation, & les autres à l'incandeſcence; la chaleur chaſſe des corps toutes les parties humides, c'eſt-à-dire, de l'eau qui de toutes les matières eſt celle qui s'oppoſe le plus à l'action du feu; & ce qui eſt remarquable, c'eſt que cette même chaleur qui dilate tous les corps ne laiſſe pas de les durcir en les ſéchant; je l'ai reconnu cent fois, en examinant les pierres de mes grands fourneaux, ſur-tout les pierres calcaires, elles prennent une augmentation de dureté proportionnée au temps qu'elles ont éprouvé la chaleur; celles, par exemple, des parois extérieures du fourneau, & qui ont reçu ſans interruption, pendant cinq ou ſix mois de ſuite, quatre-vingts ou quatre-vingt-cinq degrés de chaleur conſtante, deviennent ſi dures, qu'on a de la peine à les entamer avec les inſtrumens ordinaires du tailleur de pierres; on diroit qu'elles ont changé de qualité, quoique néanmoins elles la conſervent à tous autres égards, car ces mêmes

mêmes pierres n'en font pas moins de la chaux comme les autres lorſqu'on leur applique le degré de feu néceſſaire à cette opération.

Ces pierres devenues dures par la longue chaleur qu'elles ont éprouvée, deviennent en même temps ſpécifiquement plus peſantes *(t)*; de-là, j'ai cru devoir tirer une induction qui prouve & même confirme pleinement, que la chaleur, quoique en apparence, toujours fugitive, & jamais ſtable dans les corps qu'elle pénètre, & dont elle ſemble conſtamment s'efforcer de ſortir, y dépoſe néanmoins d'une manière très-ſtable beaucoup de parties qui s'y fixent & remplacent en quantité, même plus grande, les parties aqueuſes & autres qu'elle en a chaſſées. Mais ce qui paroît contraire ou du moins très-difficile à concilier ici, c'eſt que cette même pierre calcaire qui devient ſpécifiquement plus peſante par l'action d'une chaleur modérée long-temps continuée, devient tout-à-coup plus légère de près

(t) Voyez ſur cela les expériences dont je rends compte dans la partie expérimentale de cet Ouvrage.

d'une moitié de ſon poids dès qu'on la ſoumet au grand feu néceſſaire à ſa calcination, & qu'elle perd en même temps, non-ſeulement toute la dureté qu'elle avoit acquiſe par l'action de la ſimple chaleur, mais même ſa dureté naturelle, c'eſt-à-dire, la cohérence de ſes parties conſtituantes; effet ſingulier dont je renvoie l'explication à l'article ſuivant où je traiterai de l'air, de l'eau & de la terre; parce qu'il me paroît tenir encore plus à la nature de ces trois élémens qu'à celle de l'élément du feu.

Mais c'eſt ici le lieu de parler de la calcination priſe généralement, elle eſt pour les corps fixes & incombuſtibles ce qu'eſt la combuſtion pour les matières volatiles & inflammables; la calcination a beſoin, comme la combuſtion, du ſecours de l'air; elle s'opère d'autant plus vîte qu'on lui fournit une plus grande quantité d'air, ſans cela le feu le plus violent ne peut rien calciner, rien enflammer que les matières qui contiennent en elles-mêmes & qui fourniſſent à meſure qu'elles brûlent ou ſe calcinent, tout l'air néceſſaire à la combuſtion ou à la calcination des ſubſtances

avec lesquelles on les mêle. Cette nécessité du concours de l'air dans la calcination comme dans la combustion, indique qu'il y a plus de choses communes entr'elles qu'on ne l'a soupçonné. L'application du feu est le principe de toutes deux, celle de l'air en est la cause seconde & presque aussi nécessaire que la première; mais ces deux causes se combinent inégalement, selon qu'elles agissent en plus ou moins de temps, avec plus ou moins de force sur des substances différentes; il faut pour en raisonner juste, se rappeler les effets de la calcination & les comparer entr'eux & avec ceux de la combustion.

La combustion s'opère promptement & quelquefois se fait en un instant, la calcination est toujours plus lente, & quelquefois si longue qu'on la croit impossible: à mesure que les matières sont plus inflammables & qu'on leur fournit plus d'air, la combustion s'en fait avec plus de rapidité; & par la raison inverse, à mesure que les matières sont plus incombustibles, la calcination s'en fait avec plus de lenteur. Et lorsque les parties constituantes d'une substance telle que

l'or, sont non-seulement incombustibles, mais paroissent si fixes qu'on ne peut les volatiliser, la calcination ne produit aucun effet quelque violente qu'elle puisse être. On doit donc considérer la calcination & la combustion comme des effets du même ordre, dont les deux extrêmes nous sont désignés par le phosphore qui est le plus inflammable de tous les corps, & par l'or qui de tous est le plus fixe & le moins combustible ; toutes les substances comprises entre ces deux extrêmes, seront plus ou moins sujettes aux effets de la combustion ou de la calcination, selon qu'elles s'approcheront plus ou moins de ces deux extrêmes ; de sorte que dans les points milieux, il se trouvera des substances qui éprouveront au feu, combustion & calcination en degré presque égal ; d'où nous pouvons conclure, sans craindre de nous tromper, que toute calcination est toujours accompagnée d'un peu de combustion, & que de même toute combustion est accompagnée d'un peu de calcination. Les cendres & les autres résidus des matières les plus combustibles, ne démontrent-ils pas que le

feu a calciné toutes les parties qu'il n'a pas brûlées, & que par conséquent un peu de calcination se trouve ici avec beaucoup de combustion ! La petite flamme qui s'élève de la plupart des matières qu'on calcine, ne démontre-t-elle pas de même qu'il s'y fait un peu de combustion ! Ainsi nous ne devons pas séparer ces deux effets si nous voulons bien saisir les résultats de l'action du feu sur les différentes substances auxquelles on l'applique.

Mais, dira-t-on, la combustion détruit les corps ou du moins en diminue toujours le volume ou la masse en raison de la quantité de matière qu'elle enlève ou consume; la calcination fait souvent le contraire, & augmente la pesanteur d'un grand nombre de matières; doit-on dès-lors considérer ces deux effets, dont les résultats sont si contraires, comme des effets du même ordre ! L'objection paroît fondée & mérite réponse, d'autant que c'est ici le point le plus difficile de la question. Je crois néanmoins pouvoir y satisfaire pleinement. Considérons pour cela une matière dans laquelle nous

ſuppoſerons moitié de parties fixes & moitié de parties volatiles ou combuſtibles; il arrivera, par l'application du feu, que toutes ces parties volatiles ou combuſtibles, ſeront enlevées ou brûlées, & par conſéquent ſéparées de la maſſe totale; dès-lors cette maſſe ou quantité de matière ſe trouvera diminuée de moitié, comme nous le voyons dans les pierres calcaires qui perdent au feu près de la moitié de leur poids. Mais ſi l'on continue à appliquer le feu pendant un très-long-temps à cette moitié toute compoſée de parties fixes, n'eſt-il pas facile de concevoir que toute combuſtion, toute volatiliſation étant ceſſées, cette matière au lieu de continuer à perdre de ſa maſſe, doit au contraire en acquérir aux dépens de l'air & du feu dont on ne ceſſe de la pénétrer; & celles qui, comme le plomb, ne perdent rien, mais gagnent par l'application du feu, ſont des matières déjà calcinées, préparées par la Nature au degré où la combuſtion a ceſſé, & ſuſceptibles par conſéquent d'augmenter de peſanteur dès les premiers inſtans de l'application du feu! Nous avons vu que la lumière s'amortit &

s'éteint à la surface de tous les corps qui ne la réfléchissent pas ; nous avons vu que la chaleur, par sa longue résidence, se fixe en partie dans les matières qu'elle pénètre ; nous savons que l'air presque aussi nécessaire à la calcination qu'à la combustion, & toujours d'autant plus nécessaire à la calcination que les matières ont plus de fixité, se fixe lui-même dans l'intérieur des corps & en devient partie constituante ; dès-lors n'est-il pas très-naturel de penser que cette augmentation de pesanteur ne vient que de l'addition des particules de lumière, de chaleur & d'air qui se sont enfin fixées & unies à une matière, contre laquelle elles ont fait tant d'efforts sans pouvoir ni l'enlever ni la brûler! cela est si vrai, que quand on leur présente ensuite une substance combustible avec laquelle elles ont bien plus d'analogie ou plutôt de conformité de nature, elles s'en saisissent avidement, quittent la matière fixe à laquelle elles n'étoient, pour ainsi dire, attachées que par force, reprennent par conséquent leur mouvement naturel, leur élasticité, leur volatilité, & partent toutes avec la

matière combuſtible, à laquelle elles viennent de ſe joindre. Dès-lors le métal ou la matière calcinée, à laquelle vous avez rendu ces parties volatiles qu'elle avoit perdues par ſa combuſtion, reprend ſa première forme, & ſa peſanteur ſe trouve diminuée de toute la quantité des particules de feu & d'air qui s'étoient fixées, & qui viennent d'être enlevées par cette nouvelle combuſtion. Tout cela s'opère par la ſeule loi des affinités; & après ce qui vient d'être dit, il me ſemble qu'il n'y a pas plus de difficulté à concevoir comment la chaux d'un métal ſe réduit, que d'entendre comment il ſe précipite en diſſolution; la cauſe eſt la même & les effets ſont pareils. Un métal diſſous par un acide ſe précipite lorſqu'on préſente à cet acide une autre ſubſtance avec laquelle il a plus d'affinité qu'avec le métal, l'acide le quitte alors & le laiſſe tomber; de même ce métal calciné, c'eſt-à-dire, chargé de parties d'air, de chaleur & de feu qui s'étant fixées le tiennent ſous la forme d'une chaux ſe précipitera, ou ſi l'on veut ſe réduira lorſqu'on préſentera à ce feu &

à cet air fixés, des matières combuſtibles avec leſquelles ils ont bien plus d'affinité qu'avec le métal qui reprendra ſa première forme dès qu'il ſera débarraſſé de cet air & de ce feu ſuperflus, & qu'il aura repris, aux dépens des matières combuſtibles qu'on lui préſente, les parties volatiles qu'il avoit perdues.

Cette explication me paroît ſi ſimple & ſi claire, que je ne vois pas ce qu'on peut y oppoſer. L'obſcurité de la chimie vient en grande partie de ce qu'on en a peu généraliſé les principes, & qu'on ne les a pas réunis à ceux de la haute phyſique. Les Chimiſtes ont adopté les affinités ſans les comprendre, c'eſt-à-dire, ſans entendre le rapport de la cauſe à l'effet, qui néanmoins n'eſt autre que celui de l'attraction univerſelle; ils ont créé leur phlogiſtique ſans ſavoir ce que c'eſt, & cependant c'eſt de l'air & du feu fixes; ils ont formé, à meſure qu'ils en ont eu beſoin, des êtres idéaux, des *minéraliſateurs*, des *terres mercurielles*, des noms, des termes d'autant plus vagues, que l'acception en eſt plus générale. J'oſe

dire que M. Macquer *(u)* & M. de Morveaux *(x)*, ſont les premiers de nos Chimiſtes qui aient commencé à parler françois *(y)*. Cette ſcience va donc naître puiſqu'on commence à la parler; & on la parlera d'autant mieux, on l'entendra d'autant plus aiſément qu'on en bannira le plus de mots techniques, qu'on renoncera de meilleure foi à tous ces petits principes ſecondaires tirés de la méthode, qu'on s'occupera davantage de les déduire des principes généraux de la mécanique rationelle, qu'on cherchera avec plus de ſoin à les ramener aux loix de la Nature, & qu'on ſacrifiera plus volontiers la commodité d'expliquer d'une manière précaire & ſelon l'art, les phénomènes de

(u) Dictionnaire de Chimie. *Paris, 1766.*

(x) Digreſſions académiques. *Dijon, 1772.*

(y) Dans le moment même qu'on imprime ces feuilles, paroît l'Ouvrage de M. Baumé, qui a pour titre, *Chimie expérimentale & raiſonnée.* L'Auteur, non-ſeulement y parle une langue intelligible, mais il s'y montre par-tout auſſi bon Phyſicien que grand Chimiſte, & j'ai eu la ſatisfaction de voir que quelques-unes de ſes idées générales s'accordent avec les miennes.

la compoſition ou de la décompoſition des ſubſtances à la difficulté de les préſenter pour tels qu'ils ſont, c'eſt-à-dire, pour des effets particuliers dépendans d'effets plus généraux, qui ſont les ſeules vraies cauſes, les ſeuls principes réels auxquels on doive s'attacher ſi l'on veut avancer la ſcience de la philoſophie naturelle.

Je crois avoir démontré *(z)* que toutes les petites loix des affinités chimiques, qui paroiſſent ſi variables, ſi différentes entr'elles, ne ſont cependant pas autres que la loi générale de l'attraction commune à toute la matière; que cette grande loi toujours conſtante, toujours la même, ne paroît varier que par ſon expreſſion, qui ne peut pas être la même lorſque la figure des corps entre comme un élément dans leur diſtance. Avec cette nouvelle clef on pourra ſcruter les ſecrets les plus profonds de la Nature, on pourra parvenir à connoître la figure des parties primitives des différentes ſubſtances; aſſigner les loix & les degrés de leurs affinités; déterminer

(z) Voyez dans cet Ouvrage, l'article qui a pour titre, *de la Nature, ſeconde vue.*

les formes qu'elles prendront en ſe réuniſſant, &c. Je crois de même avoir fait entendre comment l'impulſion dépend de l'attraction, & que quoiqu'on puiſſe la conſidérer comme une force différente, elle n'eſt néanmoins qu'un effet particulier de cette force unique & générale. J'ai préſenté la communication du mouvement comme impoſſible, autrement que par le reſſort, d'où j'ai conclu que tous les corps de la Nature ſont plus ou moins élaſtiques, & qu'il n'y en a aucun qui ſoit parfaitement dur, c'eſt-à-dire, entièrement privé de reſſort, puiſque tous ſont ſuſceptibles de recevoir du mouvement. J'ai tâché de faire connoître comment cette force unique pouvoit changer de direction, & d'attractive devenir tout-à-coup répulſive. Et de ces grands principes qui tous ſont fondés ſur la mécanique rationelle, j'ai eſſayé de déduire les principales opérations de la Nature, telle que la production de la lumière, de la chaleur, du feu & de leur action ſur les différentes ſubſtances : ce dernier objet qui nous intéreſſe le plus eſt un champ vaſte, dont le défrichement ſuppoſe plus d'un ſiècle,

& dont je n'ai pu cultiver qu'un eſpace médiocre, en remettant à des mains plus habiles ou plus laborieuſes, les inſtrumens dont je me ſuis ſervi. Ces inſtrumens ſont les trois moyens d'employer le feu par ſa vîteſſe, par ſon volume & par ſa maſſe, en l'appliquant concurremment aux trois claſſes des ſubſtances, qui toutes, ou perdent, ou gagnent, ou ne perdent ni ne gagnent par l'application du feu. Les expériences que j'ai faites ſur le refroidiſſement des corps, ſur la peſanteur réelle du feu, ſur la nature de la flamme; ſur le progrès de la chaleur, ſur ſa communication, ſa déperdition, ſa concentration, ſur ſa violente action ſans flamme, &c. ſont encore autant d'inſtrumens qui épargneront beaucoup de travail à ceux qui voudront s'en ſervir, & produiront une très-ample moiſſon de connoiſſances utiles.

DES ÉLÉMENS.

SECONDE PARTIE,

De l'AIR, de l'EAU & de la TERRE.

NOUS avons vu que l'air eſt l'adminicule néceſſaire & le premier aliment du feu qui ne peut ni ſubſiſter ni ſe propager, ni s'augmenter qu'autant qu'il ſe l'aſſimile, le conſomme ou l'emporte; tandis que de toutes les ſubſtances matérielles, l'air eſt au contraire celle qui paroît exiſter le plus indépendamment & ſubſiſter le plus aiſément, le plus conſtamment ſans le ſecours ou la préſence du feu; car quoiqu'il ait habituellement la même chaleur à peu-près que les autres matières à la ſurface de la terre, il pourroit s'en paſſer, & il lui en faut infiniment moins qu'à toute autre pour entretenir ſa fluidité, puiſque les froids les plus exceſſifs, ſoit naturels, ſoit artificiels ne lui font rien perdre de ſa nature; que les condenſations les plus fortes ne ſont pas

capables de rompre ſon reſſort; que le feu actif ou plutôt actuellement en exercice ſur les matières combuſtibles, eſt le ſeul agent qui puiſſe altérer ſa nature en le raréfiant, c'eſt-à-dire, en affoibliſſant, en étendant ſon reſſort juſqu'au point de le rendre ſans effet & de détruire ainſi ſon élaſticité. Dans cet état de trop grande expanſion & d'affoibliſſement extrême de ſon reſſort, & dans toutes les nuances qui précèdent cet état, l'air eſt capable de reprendre ſon élaſticité, à meſure que les vapeurs des matières combuſtibles qui l'avoient affoiblie, s'évaporeront & s'en ſépareront. Mais ſi le reſſort a été totalement affoibli & ſi prodigieuſement étendu qu'il ne puiſſe plus ſe reſſerrer ni ſe reſtituer, ayant perdu toute ſa puiſſance élaſtique, l'air de volatil qu'il étoit auparavant devient une ſubſtance fixe qui s'incorpore avec les autres ſubſtances & fait dès-lors partie conſtituante de toutes celles auxquelles il s'unit par le contact ou dans leſquelles il pénètre à l'aide de la chaleur. Sous cette nouvelle forme il ne peut plus abandonner le feu, que pour s'unir comme matière fixe à d'autres ma-

tières fixes; & s'il en reſte quelques parties inſéparables du feu, elles font dès-lors portion de cet élément, elles lui ſervent de baſe & ſe dépoſent avec lui dans les ſubſtances qu'ils échauffent & pénètrent enſemble. Cet effet qui ſe manifeſte dans toutes les calcinations eſt d'autant plus ſûr & d'autant plus ſenſible que la chaleur eſt appliquée plus long-temps; la combuſtion ne demande que peu de temps pour ſe faire même complètement, au lieu que toute calcination ſuppoſe beaucoup de temps; il faut pour l'accélérer amener à la ſurface, c'eſt-à-dire, préſenter ſucceſſivement à l'air les matières que l'on veut calciner, il faut les fondre ou les diviſer en parties impalpables pour qu'elles offrent à cet air plus de ſuperficie; il faut même ſe ſervir de ſoufflets, moins pour augmenter l'ardeur du feu, que pour établir un courant d'air ſur la ſurface des matières ſi l'on veut preſſer leur calcination; & pour la compléter avec tous ces moyens il faut ſouvent beaucoup de temps *(a)*; d'où l'on doit conclure

(a) Je ne ſais ſi l'on ne calcineroit pas l'or, non pas en le tenant comme Boyle ou Kunkel,

qu'il faut auſſi une aſſez longue réſidence de l'air devenu fixe dans les ſubſtances terreſtres pour qu'il s'établiſſe à demeure ſous cette nouvelle forme.

Mais il n'eſt pas néceſſaire que le feu ſoit violent pour faire perdre à l'air ſon élaſticité ; le plus petit feu & même une chaleur très-médiocre dès qu'elle eſt immédiatement & conſtamment appliquée ſur une petite quantité d'air, ſuffiſent pour en détruire le reſſort, & pour que cet air ſans reſſort ſe fixe enſuite dans les corps il ne faut qu'un peu plus ou un peu moins de temps, ſelon le plus ou moins d'affinité qu'il peut avoir ſous cette nouvelle forme avec les matières auxquelles il s'unit. La chaleur du corps des

---

pendant un très-long temps, dans un fourneau de verrerie, où la vîteſſe de l'air n'eſt pas grande, mais en le mettant près de la tuyère d'un bon fourneau à vent, & le tenant en fuſion dans un vaiſſeau ouvert, où l'on plongeroit une petite ſpatule, qu'on ajuſteroit de manière qu'elle tourneroit inceſſamment & remueroit continuellement l'or en fuſion ; car il n'y a pas de comparaiſon entre la force de ces feux, parce que l'air eſt ici bien plus accéléré que dans les fourneaux de verrerie.

animaux & même des végétaux est encore assez puissante pour produire cet effet : les degrés de chaleur sont différens dans les différens genres d'animaux, & à commencer par les oiseaux qui sont les plus chauds de tous, on passe successivement aux quadrupèdes, à l'homme, aux cétacées qui le sont moins ; aux reptiles, aux poissons, aux insectes qui le sont beaucoup moins ; & enfin aux végétaux dont la chaleur est si petite qu'elle a paru nulle aux Observateurs *(b)* ; quoiqu'elle soit très-réelle & qu'elle surpasse en hiver celle de l'atmosphère. J'ai observé sur un grand nombre de gros arbres coupés dans un

---

(b) « Dans toutes les expériences que j'ai tentées » (dit le docteur Martine), je n'ai pu découvrir » qu'aucun des végétaux acquît en vertu du principe » de vie, un degré de chaleur supérieur à celui du » milieu environnant, & qui pût être distingué ; » au contraire, tous les animaux, quelque peu que » leur vie soit animée, ont un degré de chaleur plus » considérable que celui de l'air ou de l'eau où ils vivent. » *Essais sur les thermomètres, article XXXVII, édition in-12. Paris, 1751.* — « On ne découvre au » toucher aucun degré de chaleur dans les plantes, » soit dans leurs larmes, soit dans le cœur de leur tige. » *Bacon, nov. Organ. 11, 12.*

temps froid, que leur intérieur étoit très-sensiblement chaud; & que cette chaleur duroit pendant plusieurs minutes après leur abattage : ce n'est pas le mouvement violent de la coignée ou le frottement brusque & réitéré de la scie qui produisent seuls cette chaleur; car en fendant ensuite ce bois avec des coins, j'ai vu qu'il étoit chaud à deux ou trois pieds de distance de l'endroit où l'on avoit placé les coins, & que par conséquent, il avoit un degré de chaleur assez sensible dans tout son intérieur. Cette chaleur n'est que très-médiocre tant que l'arbre est jeune & qu'il se porte bien; mais dès qu'il commence à vieillir, le cœur s'échauffe par la fermentation de la sève qui n'y circule plus avec la même liberté; cette partie du centre prend en s'échauffant, une teinte rouge qui est le premier indice du dépérissement de l'arbre & de la déforganisation du bois; j'en ai manié des morceaux dans cet état qui étoient aussi chauds que si on les eût fait chauffer au feu. Si les Observateurs n'ont pas trouvé qu'il y eût aucune différence entre la température de l'air & la chaleur

des végétaux, c'eſt qu'ils ont fait leurs obſervations en mauvaiſe ſaiſon & qu'ils n'ont pas fait attention qu'en été la chaleur de l'air eſt auſſi grande & plus grande que celle de l'intérieur d'un arbre; tandis qu'en hiver c'eſt tout le contraire: ils ne ſe ſont pas ſouvenus que les racines ont conſtamment au moins le degré de chaleur de la terre qui les environne, & que cette chaleur de l'intérieur de la terre eſt pendant tout l'hiver conſidérablement plus grande que celle de l'air & de la ſurface de la terre refroidie par l'air: ils ne ſe ſont pas rappelé que les rayons du ſoleil tombant trop vivement ſur les feuilles & ſur les autres parties délicates des végétaux, non-ſeulement les échauffent, mais les brûlent; qu'ils échauffent de même à un très-grand degré l'écorce & le bois dont ils pénètrent la ſurface dans laquelle ils s'amortiſſent & ſe fixent: ils n'ont pas penſé que le mouvement ſeul de la sève, déjà chaude, eſt une cauſe néceſſaire de chaleur, & que ce mouvement venant à augmenter par l'action du ſoleil ou d'une autre chaleur extérieure, celle des végétaux doit être

l'autant plus grande que le mouvement le leur sève est plus accéléré, &c. Je n'insiste si long-temps sur ce point qu'à cause de son importance, l'uniformité du plan de la Nature seroit violée si ayant accordé à tous les animaux un degré de chaleur supérieur à celui des matières brutes, elle l'avoit refusé aux végétaux qui, comme les animaux, ont leur espèce de vie.

Mais ici l'air contribue encore à la chaleur animale & vitale, comme nous avons vu plus haut qu'il contribuoit à l'action du feu dans la combustion & la calcination des matières combustibles & calcinables. Les animaux qui ont des poumons, & qui par conséquent respirent l'air, ont toujours plus de chaleur que ceux qui en sont privés; & plus la surface intérieure des poumons est étendue & ramifiée en un plus grand nombre de cellules ou de bronches, plus en un mot elle présente de superficie à l'air que l'animal tire par l'inspiration, plus aussi son sang devient chaud & plus il communique de chaleur à toutes les parties du corps qu'il abreuve ou nourrit; &

cette proportion a lieu dans tous les animaux connus. Les oiſeaux ont, relativement au volume de leur corps, les poumons conſidérablement plus étendus que l'homme ou les quadrupèdes; les reptiles, même ceux qui ont de la voix, comme les grenouilles, n'ont au lieu de poumons qu'une ſimple veſſie; les inſectes qui n'ont que peu ou point de ſang, ne pompent l'air que par quelques trachées, &c. Auſſi en prenant le degré de la température de la terre pour terme de comparaiſon, j'ai vu que cette chaleur étant ſuppoſée de 10 degrés, celle des oiſeaux étoit de près de 33 degrés, celle de quelques quadrupèdes de plus de 31 $\frac{1}{2}$ degrés, celle de l'homme de 30 ou 31 *(c)*, tandis que celle des grenouilles

(c) « A mon thermomètre (dit le docteur Martine), où le terme de la congélation eſt marqué 32, j'ai trouvé que ma peau, par-tout où elle étoit bien couverte, élevoit le mercure aux degrés 96 ou 97..... que l'urine nouvellement rendue & reçue dans un vaſe de la même température qu'elle, eſt à peine d'un degré plus chaude que la peau, & nous pouvons ſuppoſer qu'elle eſt peu-près au degré des viſcères voiſins..... Dans les quadrupèdes ordinaires, tels que les chiens

n'eſt que de 15 ou 16, celle des poiſſons

es chats, les brebis, les bœufs, les cochons, &c. « 1 chaleur de la peau, élève le thermomètre 4 ou « degrés plus haut que dans l'homme, & le « orte aux degrés 100, 101, 102; & dans quel- « ues-uns au degré 103, ou même un peu plus « aut..... La chaleur des cétacées eſt égale à « elle des quadrupèdes..... J'ai trouvé que la « haleur de la peau de veau marin étoit proche « u degré 102, & celle de la cavité de l'abdo- « nen environ un degré plus haut.... Les oiſeaux « ont les plus chauds de tous les animaux, & « urpaſſent de 3 ou 4 degrés les quadrupèdes, « uivant l'expérience que j'en ai faite moi-même « ur les canards, les oies, les poules, les pigeons, « es perdrix, les hirondelles; la boule du thermo- « nètre placée entre leurs cuiſſes, le mercure s'éle- « oit aux degrés 103, 104, 105, 106, 107. » Le nême Obſervateur a reconnu que les chenilles l'avoient que très-peu de chaleur, environ 2 ou 3 legrés au-deſſus de l'air dans lequel elles vivent. Ainſi, dit-il, la claſſe des animaux froids, eſt ormée par toute la famille des inſectes, hormis les « beilles, qui font une exception ſingulière * !... «

* *Nota.* Je ne ſai pas s'il faut faire une exception pour les beilles, comme l'ont fait la plupart de nos Obſervateurs, qui prétendent que ces mouches ont autant de chaleur que les animaux qui reſpirent, parce que leur ruche eſt auſſi chaude que le corps de ces animaux: il me ſemble que cette chaleur e l'intérieur de la ruche n'eſt point du tout la chaleur de haque abeille; mais la ſomme totale de la chaleur qui s'évapore es corps de neuf ou dix mille individus réunis dans cet eſpace ù leur mouvement continuel doit l'augmenter encore, & en iviſant cette ſomme générale de chaleur par la quantité parti- ulière de chaleur qui s'évapore de chaque individu, on trouveroit eut-être que l'abeille n'a pas plus de chaleur qu'une autre mouche.

& des inſectes de 11 ou 12, c'eſt-à-dire, la moindre de toutes, & à très-peu près la même que celle des végétaux. Ainſi le degré de chaleur dans l'homme & dans les animaux, dépend de la force

„ J'ai trouvé par des expériences fréquentes, que „ la chaleur d'un eſſaim d'abeilles élevoit le thermo- „ mètre qui en étoit entouré, au degré 97, chaleur „ qui ne le cède point à la nôtre. La chaleur des „ autres animaux d'une vie foible, excède peu la „ chaleur du milieu environnant, à peine diſtingue- „ t-on quelque différence dans les moules & dans „ les huîtres, très-peu dans les carrelets, les merlans, „ les merlus, & autres poiſſons à ouïes, qui m'ont „ tous paru avoir à peine un degré de plus que „ l'eau de mer dans laquelle ils vivoient, & qui „ étoit lors de mon obſervation au degré 41. Enfin, „ il n'y en a guère plus dans les poiſſons de „ rivière, & quelques truites que j'ai examinées, „ étoient au degré 62, pendant que l'eau de la „ rivière étoit au degré 61.... Suivant le réſultat „ de pluſieurs expériences, j'ai trouvé que les li- „ maçons étoient de 2 degrés plus chauds que l'air. „ Les grenouilles & les tortues de terre, m'ont paru „ avoir quelque choſe de plus, & environ 5 degrés „ de plus que l'air qu'elles reſpiroient..... J'ai „ auſſi examiné la chaleur d'une carpe & celle „ d'une anguille, & j'ai trouvé qu'elles excédoient à „ peine la chaleur de l'eau où ces poiſſons vivoient, & qui étoient au degré 54. „ *Eſſais ſur les thermomètres, articles 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46 & 47.*

&

& de l'étendue des poumons; ce ſont les ſoufflets de la machine animale, ils en entretiennent & augmentent le feu ſelon qu'ils ſont plus ou moins puiſſans, & que leur mouvement eſt plus ou moins prompt. La ſeule difficulté eſt de concevoir comment ces eſpèces de ſoufflets (dont la conſtruction eſt auſſi ſupérieure à celle de nos ſoufflets d'uſage que la Nature eſt au-deſſus de nos arts) peuvent porter l'air ſur le feu qui nous anime; feu dont le foyer paroît aſſez indéterminé, feu qu'on n'a pas même voulu qualifier de ce nom, parce qu'il eſt ſans flamme, ſans fumée apparente, & que ſa chaleur n'eſt que très-médiocre & aſſez uniforme. Cependant ſi l'on conſidère que la chaleur & le feu ſont des effets & même des élémens du même ordre; ſi l'on ſe rappelle que la chaleur raréfie l'air, & qu'en étendant ſon reſſort elle peut l'affoiblir au point de le rendre ſans effet; on pourra penſer que cet air tiré par nos poumons s'y raréfiant beaucoup, doit perdre ſon reſſort dans les bronches & dans les petites véſicules où il ne peut pénétrer qu'en très-petit volume, & en bulles dont le reſſort,

déjà très-étendu, ſera bientôt détruit par la chaleur du ſang artériel & veineux: car ces vaiſſeaux du ſang ne ſont ſéparés des véſicules pulmonaires qui reçoivent l'air, que par des cloiſons ſi minces, qu'elles laiſſent aiſément paſſer cet air dans le ſang où il ne peut manquer de produire le même effet que ſur le feu commun; parce que le degré de chaleur de ce ſang, eſt plus que ſuffiſant pour détruire en entier l'élaſticité des particules d'air, les fixer & les entraîner ſous cette nouvelle forme dans toutes les voies de la circulation. Le feu du corps animal ne diffère du feu commun que du moins au plus, le degré de chaleur eſt moindre; dès-lors il n'y a point de flamme, parce que les vapeurs qui s'élèvent & qui repréſentent la fumée de ce feu, n'ont pas aſſez de chaleur pour s'enflammer ou devenir ardentes, & qu'étant d'ailleurs mêlées de beaucoup de parties humides qu'elles enlèvent avec elles, ces vapeurs ou cette fumée ne peuvent ni s'allumer ni brûler *(d)*, tous les autres effets ſont

(d) J'ai fait une grande expérience au ſujet de l'inflammation de la fumée. J'ai rempli de charbon

absolument les mêmes ; la respiration

sec & conservé à couvert depuis plus de six mois, deux de mes fourneaux, qui ont également quatorze pieds de hauteur, & qui ne diffèrent dans leur construction que par les proportions des dimensions en largeur, le premier contenant juste un tiers de plus que le second. J'ai rempli l'un avec douze cents livres de ce charbon, & l'autre avec huit cents livres, & j'ai adapté au plus grand un tuyau d'aspiration, construit avec un chassis de fer, garni de tôle, qui avoit treize pouces en quarré sur dix pieds de hauteur ; je lui avois donné treize pouces sur les quatre côtés, pour qu'il remplît exactement l'ouverture supérieure du fourneau, qui étoit quarrée, & qui avoit treize pouces $\frac{1}{2}$ de toutes faces ; avant de remplir ces fourneaux, on avoit préparé dans le bas une petite cavité en forme de voûte, soutenue par des bois secs, sous lesquels on mit le feu au moment qu'on commença de charger de charbon ; ce feu qui d'abord étoit vif, se ralentit à mesure qu'on chargeoit, cependant il subsista toujours sans s'éteindre, & lorsque les fourneaux furent remplis en entier, j'en examinai le progrès & le produit, sans le remuer & sans y rien ajouter ; pendant les six premières heures, la fumée qui avoit commencé de s'élever au moment qu'on avoit commencé de charger, étoit très-humide, ce que je reconnoissois aisément par les gouttes d'eau qui paroissoient sur les parties extérieures du tuyau d'aspiration, & ce tuyau n'étoit encore au bout de six heures que médiocrement chaud, car je pouvois le toucher aisément. On laissa le feu, le tuyau & les fourneaux pendant toute la nuit dans cet état ; la fumée continuant

d'un petit animal abſorbe autant d'air que

toujours, devint ſi abondante, ſi épaiſſe & ſi noire, que le lendemain en arrivant à mes forges, je crus qu'il y avoit un incendie. L'air étoit calme, & comme le vent ne diſſipoit pas la fumée, elle enveloppoit les bâtimens & les déroboit à ma vue; elle duroit déjà depuis vingt-ſix heures. J'allai à mes fourneaux, je trouvai que le feu qui n'étoit allumé qu'à la partie du bas, n'avoit pas augmenté, qu'il ſe ſoûtenoit au même degré; mais la fumée qui avoit donné de l'humidité dans les ſix premières heures, étoit devenue plus ſèche, & paroiſſoit néanmoins toute auſſi noire. Le tuyau d'aſpiration ne pompoit pas davantage, il étoit ſeulement un peu plus chaud, & la fumée ne formoit plus de gouttes ſur ſa ſurface extérieure; la cavité des fourneaux, qui avoit quatorze pieds de hauteur, ſe trouva vide au bout des vingt-ſix heures, d'environ trois pieds; je les fis remplir, l'un avec cinquante, & l'autre avec ſoixante-quinze livres de charbon, & je fis remettre tout de ſuite le tuyau d'aſpiration qu'on avoit été obligé d'enlever pour charger. Cette augmentation d'aliment n'augmenta pas le feu ni même la fumée, elle ne changea rien à l'état précédent; j'obſervai le tout pendant huit heures de ſuite, m'attendant à tout inſtant à voir paroître la flamme, & ne concevant pas pourquoi cette fumée d'un charbon ſi ſec & ſi sèche elle-même, qu'elle ne dépoſoit pas la moindre humidité, ne s'enflammoit pas d'elle-même, après trente-quatre heures de feu toujours ſubſiſtant au bas des fourneaux; je les abandonnai donc une ſeconde fois dans cet état; & donnai ordre de n'y pas toucher. Le jour ſuivant, douze heures après

la lumière d'une chandelle ; dans des

---

les trente-quatre, je trouvai le même brouillard épais, la même fumée noire couvrant mes bâtimens ; & ayant visité mes fourneaux, je vis que le feu d'en bas étoit toujours le même, la fumée la même & sans aucune humidité, & que la cavité des fourneaux étoit vide de trois pieds deux pouces dans le plus petit, & de deux pieds neuf pouces seulement dans le plus grand, auquel étoit adapté le tuyau d'aspiration, je le remplis avec soixante-six livres de charbon, & l'autre avec cinquante-quatre, & je résolus d'attendre aussi long-temps qu'il seroit nécessaire pour savoir si cette fumée ne viendroit pas enfin à s'enflammer ; je passai neuf heures à l'examiner de temps à autre ; elle étoit très-sèche, très-suffocante, très-sensiblement chaude, mais toujours noire & sans flamme au bout de cinquante-cinq heures. Dans cet état, je la laissai pour la troisième fois. Le jour suivant, treize heures après les cinquante-cinq, je la retrouvai encore de même, le charbon de mes fourneaux baissé de même ; & comme je réfléchissois sur cette consommation de charbon sans flamme, qui étoit d'environ moitié de la consommation qui s'en fait dans le même temps & dans les mêmes fourneaux, lorsqu'il y a de la flamme ; je commençai à croire que je pourrois bien user beaucoup de charbon, sans avoir de flamme, puisque depuis trois jours on avoit chargé trois fois les fourneaux (car j'oubliois de dire que ce jour même on venoit de remplir la cavité vide du grand fourneau, avec quatre-vingts livres de charbon, & celle du petit avec soixante livres) ; je les laissai néanmoins fumer encore plus de cinq heures.

vaiſſeaux fermés, de capacités égales, l'animal meurt en même temps que la chandelle s'éteint; rien ne peut démontrer plus évidemment que le feu de l'animal & celui de la chandelle, ou de toute autre matière combuſtible allumée, ſont des feux non-ſeulement du même ordre, mais d'une ſeule & même nature auxquels le ſecours de l'air eſt également néceſſaire; & qui tous deux ſe l'approprient de la même manière, l'abſorbent comme aliment, l'entraînent dans leur route ou le

---

Après avoir perdu l'eſpérance de voir cette fumée s'enflammer d'elle-même, je la vis tout d'un coup prendre feu, & faire une eſpèce d'exploſion dans l'inſtant même qu'on lui préſenta la flamme légère d'une poignée de paille; le tourbillon entier de la fumée s'enflamma juſqu'à huit à dix pieds de diſtance & autant de hauteur; la flamme pénétra la maſſe du charbon, & deſcendit dans le même moment juſqu'au bas du fourneau, & continua de brûler à la manière ordinaire; le charbon ſe conſommoit une fois plus vîte, quoique le feu d'en bas ne parût guère plus animé; mais je ſuis convaincu que mes fourneaux auroient éternellement fumé, ſi l'on n'eût pas allumé la fumée, & rien ne me prouva mieux que la flamme n'eſt que de la fumée qui brûle, & que la communication du feu ne peut ſe faire que par la flamme.

dépoſent ſous une forme fixe dans les ſubſtances qu'ils pénètrent.

Les végétaux & la plupart des inſectes n'ont, au lieu de poumons, que des tuyaux aſpiratoires, des eſpèces de trachées par leſquelles ils ne laiſſent pas de pomper tout l'air qui leur eſt néceſſaire; on le voit paſſer en bulles très-ſenſibles dans la sève de la vigne; il eſt non-ſeulement pompé par les racines, mais ſouvent même par les feuilles; il fait partie & partie très-eſſentielle de la nourriture du végétal qui dès-lors ſe l'aſſimile, le fixe & le conſerve. Le petit degré de la chaleur végétale, joint à celui de la chaleur du ſoleil, ſuffit pour détruire le reſſort de l'air contenu dans la sève, ſur-tout lorſque cet air qui n'a pu être admis dans le corps de la plante & arriver à la sève, qu'après avoir paſſé par des tuyaux très-ſerrés, ſe trouve diviſé en particules preſque infiniment petites, que le moindre degré de chaleur ſuffit pour rendre fixes. L'expérience confirme pleinement tout ce que je viens d'avancer; les matières animales & végétales contiennent toutes une très-grande quantité de cet air fixe; & c'eſt en quoi

conſiſte l'un des principes de leur inflammabilité; toutes les matières combuſtibles contiennent beaucoup d'air, tous les animaux & les végétaux, toutes leurs parties, tous leurs détrimens, toutes les matières qui en proviennent, toutes les ſubſtances où ces détrimens ſe trouvent mélangés, contiennent plus ou moins d'air fixe, & la plupart renferment auſſi une certaine quantité d'air élaſtique. On ne peut douter de ces faits dont la certitude eſt acquiſe par les belles expériences du docteur Hales, & dont les Chimiſtes ne me paroiſſent pas avoir ſenti toute la valeur, car ils auroient reconnu depuis long-temps, que l'air fixe doit jouer en grande partie le rôle de leur phlogiſtique, ils n'auroient pas adopté ce terme nouveau qui ne répond à aucune idée préciſe, & ils n'en auroient pas fait la baſe de toutes leurs explications des phénomènes chimiques, ils ne l'auroient pas donné pour un être identique & toujours le même, puiſqu'il eſt compoſé d'air & de feu, tantôt dans un état fixe & tantôt dans celui de la plus grande volatilité. Et ceux d'entr'eux qui ont regardé le phlogiſtique comme

le produit du feu élémentaire ou de la lumière, ſe ſont moins éloignés de la vérité, parce que le feu ou la lumière produiſent, par le ſecours de l'air, tous les effets du phlogiſtique.

Les minéraux qui, comme les ſoufres & les pyrites, contiennent dans leur ſubſtance une quantité plus ou moins grande des détrimens ultérieurs des animaux & des végétaux, renferment dès-lors des parties combuſtibles qui, comme toutes les autres, contiennent plus ou moins d'air fixe, mais toujours beaucoup moins que les ſubſtances purement animales ou végétales : on peut également leur enlever cet air fixe par la combuſtion ; on peut auſſi le dégager par le moyen de l'effervescence ; & dans les matières animales & végétales, on le dégage par la ſimple fermentation qui, comme la combuſtion, a toujours beſoin d'air pour s'opérer. Ceci s'accorde ſi parfaitement avec l'expérience, que je ne crois pas devoir inſiſter ſur la preuve des faits. Je me contenterai d'obſerver que les ſoufres & les pyrites ne ſont pas les ſeuls minéraux qu'on doive regarder

comme combuſtibles, qu'il y en a beaucoup d'autres dont je ne ferai point ici l'énumération, parce qu'il ſuffit de dire que leur degré de combuſtibilité dépend ordinairement de la quantité de ſoufre qu'ils contiennent. Tous les minéraux combuſtibles tirent donc originairement cette propriété ou du mélange des parties animales & végétales qui ſont incorporées avec eux, ou des particules de lumière, de chaleur & d'air, qui par le laps de temps ſe ſont fixées dans leur intérieur. Rien, ſelon moi, n'eſt combuſtible que ce qui a été formé par une chaleur douce, c'eſt-à-dire, par ces mêmes élémens combinés dans toutes les ſubſtances que le ſoleil éclaire & vivifie *(e)*, ou dans celles

(e) Voici une obſervation qui ſemble démontrer que la lumière a plus d'affinité avec les ſubſtances combuſtibles qu'avec toutes les autres matières. On ſait que la puiſſance réfractive des corps tranſparens eſt proportionnelle à leur denſité; le verre plus denſe que l'eau, a proportionnellement une plus grande force réfringente, & en augmentant la denſité du verre & de l'eau, l'on augmente à meſure leur force de réfraction. Cette proportion s'obſerve dans toutes les matières tranſparentes, & qui ſont en même temps incombuſtibles. Mais les

que la chaleur intérieure de la terre fomente & réunit.

C'eſt cette chaleur intérieure du globe de la terre que l'on doit regarder comme le vrai feu élémentaire, & il faut le diſtinguer de celui du ſoleil qui ne nous parvient qu'avec la lumière; tandis que l'autre, quoique bien plus conſidérable,

---

matières inflammables, telles que l'eſprit de vin, les huiles tranſparentes, l'ambre, &c. ont une puiſſance réfringente plus grande que les autres; en ſorte que l'attraction que ces matières exercent ſur la lumière, & qui provient de leur maſſe ou denſité, eſt conſidérablement augmentée par l'affinité particulière qu'elles ont avec la lumière. Si cela n'étoit pas, leur force réfringente, ſeroit comme celle de toutes les autres matières, proportionnelle à leur denſité; mais les matières inflammables attirent plus puiſſamment la lumière, & ce n'eſt que par cette raiſon qu'elles ont plus de puiſſance réfractive que les autres. Le diamant même ne fait pas une exception à cette loi; on doit le mettre au nombre des matières combuſtibles, on le brûle au miroir ardent; il a avec la lumière autant d'affinité que les matières inflammables, car ſa puiſſance réfringente eſt plus grande qu'elle ne devroit l'être à proportion de ſa denſité. Il a en même temps la propriété de s'imbiber de la lumière & de la conſerver aſſez long-temps; les phénomènes de ſa réfraction doivent tenir en partie à ces propriétés.

n'est ordinairement que sous la forme d'une chaleur obscure, & que ce n'est que dans quelques circonstances, comme celles de l'électricité, qu'il prend de la lumière. Nous avons déjà dit que la somme de cette chaleur prise pendant l'année entière & pendant un grand nombre d'années de suite, est trois cents ou quatre cents fois plus grande que la somme de la chaleur qui nous vient du soleil pendant le même temps; c'est une vérité qui peut paroître singulière, mais qui n'en est pas moins évidemment démontrée *(f)*. Comme nous en avons parlé disertement, nous nous contenterons de remarquer ici que cette chaleur constante, & toujours subsistante, entre comme élément dans toutes les combinaisons des autres élémens, & qu'elle est plus que suffisante pour produire sur l'air les mêmes effets que le feu actuel ou la chaleur animale; que par conséquent cette chaleur intérieure de la terre détruira l'élasticité de l'air & le fixera

(f) Voyez le Mémoire de M. de Mairan, dans ceux de l'Académie royale des Sciences, *année 1765, page 143.*

toutes les fois qu'étant diviſé en parties très-petites, il ſe trouvera ſaiſi par cette chaleur dans le ſein de la terre; que ſous cette nouvelle forme il entrera comme partie fixe dans un grand nombre de ſubſtances, leſquelles contiendront dès-lors des particules d'air fixe & de chaleur fixe, qui ſont les premiers principes de la combuſtibilité. Mais ils ſe trouveront en plus ou moins grande quantité dans les différentes ſubſtances ſelon le degré d'affinité qu'ils auront avec elles; & ce degré dépendra beaucoup de la quantité que ces ſubſtances contiendront de parties animales & végétales qui paroiſſent être la baſe de toute matière combuſtible; ſi elles y ſont abondamment répandues ou foiblement incorporées, on pourra toujours les dégager de ces ſubſtances par le moyen de la combuſtion. La plupart des minéraux métalliques & même des métaux, contiennent une aſſez grande quantité de parties combuſtibles; le zinc, l'antimoine, le fer, le cuivre, &c. brûlent & produiſent une flamme évidente & très-vive, tant que dure la combuſtion de ces parties inflammables qu'ils contiennent.

Après quoi ſi on continue le feu, la combuſtion finie, commence la calcination pendant laquelle il rentre dans ces matières de nouvelles parties d'air & de chaleur qui s'y fixent & qu'on ne peut en dégager qu'en leur préſentant quelque matière combuſtible avec laquelle ces parties d'air & de chaleur fixes ont plus d'affinité qu'avec celles du minéral auxquelles en effet elles ne ſont unies que par force, c'eſt-à-dire, par l'effort de la calcination. Il me ſemble que la converſion des ſubſtances métalliques en chaux, & leur réduction, pourront maintenant être très-clairement entendues, ſans qu'il ſoit beſoin de recourir à des principes ſecondaires ou à des hypothèſes arbitraires pour leur explication. La réduction, comme je l'ai déjà inſinué, n'eſt dans le réel qu'une ſeconde combuſtion par laquelle on dégage les parties d'air & de chaleur fixes que la calcination avoit forcé d'entrer dans le métal & de s'unir à ſa ſubſtance fixe à laquelle on rend en même temps les parties volatiles & combuſtibles que la première action du feu lui avoit enlevées.

Après avoir préſenté le grand rôle que l'air fixe joue dans les opérations les plus ſecrettes de la Nature, conſidérons-le pendant quelques inſtans lorſque, ſous la forme élaſtique, il réſide dans les corps; ſes effets ſont alors auſſi variables que les degrés de ſon élaſticité; ſon action, quoique toujours la même, ſemble donner des produits différens dans les ſubſtances différentes. Pour en ramener la conſidération à un point de vue général, nous le comparerons avec l'eau & la terre, comme nous l'avons déjà comparé avec le feu; les réſultats de cette comparaiſon entre les quatre élémens s'appliqueront enſuite aiſément à toutes les ſubſtances de quelque nature qu'elles puiſſent être, puiſque toutes ne ſont compoſées que de ces quatre principes réels.

Le plus grand froid connu ne peut détruire le reſſort de l'air, & la moindre chaleur ſuffit pour cet effet, ſur-tout lorſque ce fluide eſt diviſé en parties très-petites. Mais il faut obſerver qu'entre ſon état de fixité & celui de ſa pleine élaſticité, il y a toutes les nuances des états moyens, & que c'eſt preſque toujours

dans quelques-uns de ces états moyens qu'il réſide dans la terre & dans l'eau, ainſi que dans toutes les ſubſtances qui en ſont compoſées; par exemple, on ne pourra pas douter que l'eau qui nous paroît une ſubſtance ſi ſimple ne contienne une certaine quantité d'air qui n'eſt ni fixe ni élaſtique, mais entre la fixité & l'élaſticité, ſi l'on fait attention aux différens phénomènes qu'elle nous préſente dans ſa congélation, dans ſon ébullition, dans ſa réſiſtance à toute compreſſion, &c. car la Phyſique expérimentale nous démontre que l'eau eſt incompreſſible, au lieu de s'affaiſſer & de rentrer en elle-même lorſqu'on la force par la preſſe, elle paſſe à travers les vaiſſeaux les plus ſolides & les plus épais : or, ſi l'air qu'elle contient en aſſez grande quantité y étoit dans ſon état de pleine élaſticité, l'eau ſeroit compreſſible en raiſon de cette quantité d'air élaſtique qu'elle contient & qui ſe comprimeroit. Donc l'air contenu dans l'eau n'y eſt pas ſimplement mêlé & n'y conſerve pas ſa forme élaſtique, mais y eſt plus intimement uni dans un état où ſon reſſort ne

'exerce plus d'une manière ſenſible ; & téanmoins ce reſſort n'y eſt pas entière-nent détruit ; car ſi l'on expoſe l'eau à ı congélation, on voit cet air ſortir de ɔn intérieur & ſe réunir à ſa ſurface en ɔulles élaſtiques ; ceci ſeul ſuffiroit pour ɔrouver que l'air n'eſt pas contenu dans eau ſous ſa forme ordinaire, puiſqu'étant ɔécifiquement huit cents cinquante fois ſus léger, il ſeroit forcé d'en ſortir par ı ſeule néceſſité de la prépondérance de eau ; il eſt donc évident que l'air contenu ans l'eau, n'y eſt pas dans ſon état ordi-aire, c'eſt-à-dire, de pleine élaſticité, & n même temps il eſt démontré que cet tat dans lequel il réſide dans l'eau n'eſt as celui de ſa plus grande fixité, où ɔn reſſort abſolument détruit ne peut ſe établir que par la combuſtion, puiſque ı chaleur ou le froid peuvent également ɛ rétablir ; il ſuffit de faire chauffer ou eler de l'eau pour que l'air qu'elle con-ent reprenne ſon élaſticité & s'élève en ɔulles ſenſibles à ſa ſurface, il s'en dégage e même lorſque l'eau ceſſe d'être preſſée ar le poids de l'atmoſphère ſous le réci-ient de la machine pneumatique ; il n'eſt

donc pas contenu dans l'eau ſous une forme fixe, mais ſeulement dans un état moyen où il peut aiſément reprendre ſon reſſort; il n'eſt pas ſimplement mêlé dans l'eau puiſqu'il ne peut y réſider ſous ſa forme élaſtique, mais auſſi il ne lui eſt pas intimement uni ſous ſa forme fixe puiſqu'il s'en ſépare plus aiſément que de toute autre matière.

On pourra m'objecter avec raiſon, que le froid & le chaud n'ont jamais opéré de la même façon, que ſi l'une de ces cauſes rend à l'air ſon élaſticité, l'autre doit la détruire, & j'avoue que pour l'ordinaire, le froid & le chaud produiſent des effets différens; mais dans la ſubſtance particulière que nous conſidérons, ces deux cauſes quoique oppoſées, produiſent le même effet; on pourra le concevoir aiſément en faiſant attention à la choſe même & au rapport de ſes circonſtances. L'on ſait que l'eau ſoit gelée, ſoit bouillie, reprend l'air qu'elle avoit perdu dès qu'elle ſe liquéfie ou qu'elle ſe refroidit, le degré d'affinité de l'air avec l'eau dépend donc en grande partie de celui de ſa température, ce degré dans ſon état de liquidité, eſt à peu

ès le même que celui de la chaleur
énérale à la surface de la terre ; l'air
vec lequel elle a beaucoup d'affinité la
énètre aussitôt qu'il est divisé en parties
rès-tenues, & le degré de la chaleur
lémentaire & générale, suffit pour affoiblir
e ressort de ces petites parties, au point
le le rendre sans effet, tant que l'eau
onserve cette température ; mais si le
roid vient à la pénétrer, ou pour parler
lus précisément, si ce degré de chaleur
écessaire à cet état de l'air vient à di-
ninuer, alors son ressort qui n'est pas
ntièrement détruit se rétablira par le
roid, & l'on verra les bulles élastiques
'élever à la surface de l'eau prête à se
ongeler. Si au contraire, l'on augmente
e degré de la température de l'eau par
ne chaleur extérieure, on en divise trop
es parties intégrantes, on les rend volatiles,
& l'air qui ne leur étoit que foiblement
ni s'élève & s'échappe avec elles. Car il
aut se rappeler que quoique l'eau prise
en masse soit incompressible & sans aucun
ressort, elle est très-élastique dès qu'elle
st divisée ou réduite en petites parties ;
& en ceci elle paroît être d'une nature

contraire à celle de l'air qui n'eſt com preſſible qu'en maſſe & qui perd ſo reſſort dès qu'il eſt trop diviſé. Néanmoin l'air & l'eau ont beaucoup plus de rapport entr'eux que de propriétés oppoſées, & comme je ſuis très-perſuadé que tout la matière eſt convertible, & que le quatre élémens peuvent ſe transformer je ſerois porté à croire que l'eau peut ſe changer en air lorſqu'elle eſt aſſez raréfié pour s'élever en vapeurs: car le reſſor de la vapeur de l'eau eſt auſſi & même plus puiſſant que le reſſort de l'air; o voit le prodigieux effet de cette puiſſanc dans les pompes à feu, on voit la terrible exploſion qu'elle produit lorſqu'on laiſſ tomber du métal fondu ſur quelque gouttes d'eau; & ſi l'on ne veut pa convenir avec moi que l'eau puiſſe dan cet état de vapeurs ſe transformer en air on ne pourra du moins nier qu'elle n'en ait alors les principales propriétés.

L'expérience m'a même appris que la vapeur de l'eau peut entretenir & augmenter le feu comme le fait l'air ordinaire; & cet air, que nous pourrions regarder comme pur, eſt toujours mêlé avec une

ès-grande quantité d'eau; mais il faut emarquer comme chose importante, que proportion du mélange n'est pas à eaucoup près la même dans ces deux lémens; l'on peut dire en général qu'il y beaucoup moins d'air dans l'eau que 'eau dans l'air; seulement il faut consi-érer qu'il y a deux unités très-différentes, uxquelles on pourroit rapporter les termes e cette proportion; ces deux unités sont : volume & la masse. Si on estime la uantité d'air contenue dans l'eau par le olume, elle paroîtra nulle, puisque le olume de l'eau n'en est point du tout ugmenté; & de même l'air plus ou oins humide ne nous paroît pas changer le volume, cela n'arrive que quand il st plus ou moins chaud; ainsi ce n'est oint au volume qu'il faut rapporter cette roportion, c'est à la masse seule, c'est--dire, à la quantité réelle de matière dans 'un & l'autre de ces deux élémens, qu'on loit comparer celle de leur mélange, & 'on verra que l'air est beaucoup plus *iqueux* que l'eau n'est *aërienne*, peut-être lans la proportion de la masse, c'est-à-lire, huit cents cinquante fois davantage.

Quoi qu'il en ſoit de cette eſtimation qui eſt peut-être ou trop forte ou trop foible, nous pouvons en tirer l'induction que l'eau doit ſe changer plus aiſément en air, que l'air ne peut ſe transformer en eau. Les parties de l'air, quoique ſuſceptibles d'être extrêmement diviſées paroiſſent être plus groſſes que celles de l'eau, puiſque celle-ci paſſe à travers pluſieurs filtres que l'air ne peut pénétrer puiſque quand elle eſt raréfiée par la chaleur, ſon volume, quoique fort augmenté, n'eſt qu'égal ou un peu plus grand que celui des parties de l'air à la ſurface de la terre; car les vapeurs de l'eau ne s'élèvent dans l'air qu'à une certaine hauteur; enfin, puiſque l'air ſemble s'imbiber d'eau comme une éponge, la contenir en grande quantité, & que le contenant eſt néceſſairement plus grand que le contenu. Au reſte, l'air qui s'imbibe ſi volontiers de l'eau, ſemble la rendre de même lorſqu'on lui préſente de ſels ou d'autres ſubſtances avec leſquelles l'eau a encore plus d'affinité qu'avec lui. L'effet que les Chimiſtes appellent *défaillance*, & même celui des *efflorescences*

montrent non-seulement qu'il y a une ès-grande quantité d'eau contenue dans ir, mais encore que cette eau n'y est tachée que par une simple affinité qui de aisément à une affinité plus grande, qui même cesse d'agir sans être com- ttue ou balancée par aucune autre affi- té, mais par la seule raréfaction de l'air, ıisqu'il se dégage de l'eau dès qu'elle sse d'être pressée par le poids de l'at- osphère, sous le récipient de la machine neumatique.

Dans l'ordre de la conversion des élé- ens, il me semble que l'eau est pour ir ce que l'air est pour le feu, & que utes les transformations de la Nature épendent de celles-ci. L'air comme iment du feu s'assimile avec lui, & se ansforme en ce premier élément; l'eau réfiée par la chaleur, se transforme en ne espèce d'air capable d'alimenter le feu mme l'air ordinaire; ainsi le feu a un ouble fonds de subsistance assurée; s'il onsomme beaucoup d'air, il peut aussi n produire beaucoup par la raréfaction e l'eau, & réparer ainsi dans la masse de tmosphère toute la quantité qu'il en

détruit, tandis qu'ultérieurement il ſe convertit lui-même avec l'air en matière fixe dans les ſubſtances terreſtres qu'il pénètre par ſa chaleur ou par ſa lumière.

Et de même que d'une part, l'eau ſe convertit en air ou en vapeurs auſſi volatiles que l'air par ſa raréfaction, elle ſe convertit en une ſubſtance ſolide par une eſpèce de condenſation différente des condenſations ordinaires. Tout fluide ſe raréfie par la chaleur & ſe condenſe par le froid; l'eau ſuit elle-même cette loi commune & ſe condenſe à meſure qu'elle refroidit; qu'on en rempliſſe un tube de verre juſqu'aux trois quarts, on la verra deſcendre à meſure que le froid augmente, & ſe condenſer comme font tous les autres fluides; mais quelque temps avant l'inſtant de la congélation on la verra remonter au-deſſus du point des trois quarts de la hauteur du tube, & s'y renfler encore conſidérablement en ſe convertiſſant en glace. Mais ſi le tube eſt bien bouché & parfaitement en repos, l'eau continuera de baiſſer, & ne ſe gèlera pas, quoique le degré de froid ſoit de 6, 8 ou 10 degrés au-deſſous du terme de

le la glace, & l'eau ne gèlera que quand on ouvrira le tube ou qu'on le remuera. l semble donc que la congélation nous réſente d'une manière inverſe les mêmes hénomènes que l'inflammation. Quelque ntenſe, quelque grande que ſoit une haleur renfermée dans un vaiſſeau bien los, elle ne produira l'inflammation que uand elle touchera quelque matière enammée; & de même à quelque degré u'un fluide ſoit refroidi, il ne gèlera as ſans toucher quelque ſubſtance déjà elée; & c'eſt ce qui arrive lorſqu'on mue ou débouche le tube; les partiules de l'eau qui ſont gelées dans l'air ctérieur ou dans l'air contenu dans le ube, viennent, lorſqu'on le débouche u le remue, frapper la ſurface de l'eau lui communiquent leur glace. Dans nflammation, l'air d'abord très-raréfié ar la chaleur, perd ſon volume & ſe xe tout-à-coup; dans la congélation eau d'abord condenſée par le froid, prend plus de volume & ſe fixe de ême. Car la glace eſt une ſubſtance lide, plus légère que l'eau, & qui conrveroit ſa ſolidité ſi le froid étoit toujours

le même. Et je suis porté à croire qu'on viendroit à bout de fixer le mercure à un moindre degré de froid en le sublimant en vapeurs dans un air très-froid. Je suis de même très-porté à croire que l'eau qui ne doit sa liquidité qu'à la chaleur & qui la perd avec elle, deviendroit une substance d'autant plus solide & d'autant moins fusible, qu'elle éprouveroit plus fort & plus long-temps la rigueur du froid. On n'a pas fait assez d'expériences sur ce sujet important.

Mais sans nous arrêter à cette idée, c'est-à-dire, sans admettre ni sans exclure la possibilité de la conversion de la glace en matière infusible ou terre fixe & solide passons à des vues plus étendues sur les moyens que la Nature emploie pour la transformation de l'eau. Le plus puissant de tous & le plus évident est le filtre animal; le corps des animaux à coquille en se nourrissant des particules de l'eau en travaille en même temps la substance au point de la dénaturer; la coquille est certainement une substance terrestre, une vraie pierre, dont toutes les pierres que les Chimistes appellent *calcaires* & plusieurs

autres matières, tirent leur origine; cette coquille paroît à la vérité, faire partie conſtitutive de l'animal qu'elle couvre, puiſqu'elle ſe perpétue par la génération, & qu'on la voit dans les petits coquillages qui viennent de naître, comme dans ceux qui ont pris tout leur accroiſſement; mais ce n'en eſt pas moins une ſubſtance terreſtre, formée par la ſécrétion ou l'exudation du corps de l'animal; on la voit s'agrandir, s'épaiſſir par anneaux & par couches à meſure qu'il prend de la croiſſance; & ſouvent cette matière pierreuſe excède cinquante ou ſoixante fois la maſſe ou matière réelle du corps de l'animal qui la produit. Qu'on ſe repréſente pour un inſtant, le nombre des eſpèces de ces animaux à coquille, ou pour les nous comprendre, de ces animaux à tranſudation pierreuſe, elles ſont peut-être en plus grand nombre dans la mer, que ne l'eſt ſur la terre le nombre des eſpèces d'inſectes; qu'on ſe repréſente enſuite leur prompt accroiſſement, leur prodigieuſe multiplication, le peu de durée de leur vie, dont nous ſuppoſerons néanmoins le terme moyen à dix

ans *(f)*, qu'enſuite on conſidère qu'il faut multiplier par cinquante ou ſoixante le nombre preſque immenſe de tous les individus de ce genre, pour ſe faire une idée de toute la matière pierreuſe produite en dix ans; qu'enfin, on conſidère que ce bloc déjà ſi gros de matière pierreuſe doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix dans tous les ſiècles qui ſe ſont écoulés depuis le commencement du monde, & l'on ſe familiariſera avec cette idée ou plutôt cette vérité d'abord repouſſante, que toutes nos collines, tous nos rochers de pierre calcaire, de marbre, de craie, &c. ne viennent originairement que de la dépouille de ces petits animaux. On n'en pourra douter à l'inſpection des matières même, qui toutes contiennent encore de

(f) La plus longue vie des eſcargots ou gros limaçons terreſtres, s'étend juſqu'à quatorze ans; on peut préſumer que les gros coquillages de mer vivent plus long-temps; mais auſſi les petits, & les très-petits, tels que ceux qui forment le corail & tous les madrépores, vivent beaucoup moins de temps; & c'eſt par cette raiſon que j'ai pris le terme moyen à dix ans.

coquilles ou des détrimens de coquilles très-aisément reconnoissables.

Les pierres calcaires ne sont donc en très-grande partie que de l'eau & de l'air contenus dans l'eau, transformés par le filtre animal; les sels, les bitumes, les huiles, les graisses de la mer n'entrent que pour peu ou pour rien dans la composition de la coquille; aussi la pierre calcaire ne contient-elle aucune de ces matières; cette pierre n'est que de l'eau transformée, jointe à quelque petite portion de terre vitrifiable & à une très-grande quantité d'air fixe qui s'en dégage par la calcination. Cette opération produit les mêmes effets sur les coquilles qu'on prend dans la mer que sur les pierres qu'on tire des carrières, elles forment également de la chaux, dans laquelle on ne remarque d'autre différence que celle d'un peu plus ou d'un peu moins de qualité; la chaux faite avec des écailles d'huître ou d'autres coquilles, est plus foible que la chaux faite avec du marbre ou de la pierre dure; mais le procédé de la Nature est le même, les résultats de son opération les mêmes; les coquilles & les pierres perdent également

près de moitié de leur poids par l'action du feu dans la calcination ; l'eau qui a conservé sa nature en fort la première, après quoi l'air fixe se dégage, & ensuite l'eau fixe dont ces substances pierreuses sont composées, reprend sa première nature & s'élève en vapeurs poussées & raréfiées par le feu, il ne reste que les parties les plus fixes de cet air & de cette eau qui peut-être sont si fort unies entr'elles, & à la petite quantité de terre fixe de la pierre que le feu ne peut les séparer. La masse se trouve donc réduite de près de moitié, & se réduiroit peut-être encore plus si l'on donnoit un feu plus violent. Et ce qui me semble prouver évidemment que cette matière chassée hors de la pierre par le feu, n'est autre chose que de l'air & de l'eau, c'est la rapidité, l'avidité avec laquelle cette pierre calcinée reprend l'eau qu'on lui donne, & la force avec laquelle elle la tire de l'atmosphère lorsqu'on la lui refuse. La chaux, par son extinction ou dans l'air ou dans l'eau, reprend en grande partie la masse qu'elle avoit perdue par la calcination ; l'eau avec l'air qu'elle contient

vient remplacer l'eau & l'air qu'elle contenoit précédemment, la pierre reprend dès-lors sa première nature; car en mêlant sa chaux avec des détrimens d'autres pierres, on fait un mortier qui se durcit & devient avec le temps, une substance solide & pierreuse comme celles dont on l'a composé.

Après cette exposition, je ne crois pas qu'on puisse douter de la transformation de l'eau en terre ou en pierre par l'intermède des coquilles. Voilà donc d'une part toutes les matières calcaires, dont on doit rapporter l'origine aux animaux, & d'autre part toutes les matières combustibles qui ne proviennent que des substances animales ou végétales; elles occupent ensemble un assez grand espace à la surface de la terre, & l'on peut juger par leur volume immense, combien la Nature vivante a travaillé pour la Nature morte, car ici le brut n'est que le mort.

Mais les matières calcaires & les substances combustibles, quelque grand qu'en soit le nombre, quelque immense que nous en paroisse le volume, ne font qu'une très-petite portion du globe de la terre,

dont le fonds principal & la majeure & très-majeure quantité consiste en une matière de la nature du verre, matière qu'on doit regarder comme l'élément terrestre, à l'exclusion de toutes les autres substances auxquelles elle sert de base comme terre, lorsqu'elles se forment par le moyen ou par le détriment des animaux, des végétaux & par la transformation des autres élémens. Non-seulement cette matière première qui est la vraie terre élémentaire, sert de base à toutes les autres substances, & en constitue les parties fixes; mais elle est en même temps le terme ultérieur auquel on peut les ramener & les réduire toutes. Avant de présenter les moyens que la Nature & l'art peuvent employer pour opérer cette espèce de réduction de toute substance en verre, c'est-à-dire, en terre élémentaire, il est bon de rechercher si les moyens que nous avons indiqués sont les seuls par lesquels l'eau puisse se transformer en substance solide; il me semble que le filtre animal la convertissant en pierre, le filtre végétal peut également la transformer lorsque toutes les circonstances se trouvent être les

mêmes; la chaleur propre des animaux à coquille étant un peu plus grande que celle des végétaux, & les organes de la vie plus puissans que ceux de la végétation, le végétal ne pourra produire qu'une petite quantité de pierres qu'on trouve assez souvent dans son fruit; mais il peut convertir & convertit réellement en sa substance, une grande quantité d'air, & une quantité encore plus grande d'eau; la terre fixe qu'il s'approprie, & qui sert de base à ces deux élémens, est en si petite quantité, qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, qu'elle ne fait pas la centième partie de sa masse; dès-lors le végétal n'est presque entièrement composé que d'air & d'eau transformés en bois, substance solide qui se réduit ensuite en terre par la combustion ou la putréfaction. On doit dire la même chose des animaux, ils fixent & transforment non-seulement l'air & l'eau, mais le feu en plus grande quantité que les végétaux; il me paroît donc que les fonctions des corps organisés, sont l'un des plus puissans moyens que la Nature emploie pour la conversion des élémens. On peut

regarder chaque animal ou chaque végétal, comme un petit centre particulier de chaleur ou de feu qui s'approprie l'air & l'eau qui l'environnent, ſe les aſſimile pour végéter ou pour ſe nourrir & vivre des productions de la terre, qui ne ſont elles-mêmes que de l'air & de l'eau précédemment fixés ; il s'approprie en même temps une petite quantité de terre, & recevant les impreſſions de la lumière & celles de la chaleur du ſoleil & du globe terreſtre, il tourne en ſa ſubſtance tous ces différens élémens, les travaille, les combine, les réunit, les oppoſe juſqu'à ce qu'ils aient ſubi la forme néceſſaire à ſon développement, c'eſt-à-dire, à l'entretien de la vie & de l'accroiſſement de l'organiſation, dont le moule une fois donné, modèle toute la matière qu'il admet, & de brute qu'elle étoit, la rend organiſée.

L'eau qui s'unit ſi volontiers avec l'air & qui entre avec lui en ſi grande quantité dans les corps organiſés, s'unit auſſi de préférence avec quelques matières ſolides, telles que les ſels, & c'eſt ſouvent par leur moyen qu'elle entre dans la compoſition

les minéraux. Le sel au premier coup l'œil ne paroît être qu'une terre dissoluble dans l'eau & d'une saveur piquante ; mais les Chimistes en recherchant sa nature, ont très-bien reconnu qu'elle consiste principalement dans la réunion de ce qu'ils nomment le *principe terreux* & le *principe aqueux* ; l'expérience de l'acide nitreux qui ne laisse après sa combustion qu'un peu de terre & d'eau, leur a même fait penser que ce sel & peut-être tous les autres sels, n'étoient absolument composés que de ces deux élémens ; néanmoins il me paroît qu'on peut démontrer aisément que l'air & le feu entrent dans leur composition ; puisque le nitre produit une grande quantité d'air dans la combustion, & que cet air fixe suppose du feu fixe qui s'en dégage en même temps ; que d'ailleurs toutes les explications qu'on donne de la dissolution ne peuvent se soutenir à moins qu'elles n'admettent deux forces opposées, l'une attractive & l'autre expansive, & par conséquent la présence des élémens de l'air & du feu, qui sont seuls doués de cette seconde force ; qu'enfin, ce seroit contre toute analogie que le sel ne se

trouveroit compoſé que des deux élémens, de la terre & de l'eau, tandis que toutes les autres ſubſtances ſont compoſées des quatre élémens. Ainſi l'on ne doit pas prendre à la rigueur ce que les grands Chimiſtes, M.rs Stahl & Macquer, ont dit à ce ſujet; les expériences de M. Hales démontrent que le vitriol & le ſel marin contiennent beaucoup d'air fixe, que le nitre en contient encore beaucoup plus & juſqu'à concurrence du huitième de ſon poids, & le ſel de tartre encore plus. On peut donc aſſurer que l'air entre comme principe dans la compoſition de tous les ſels; & que comme il ne peut ſe fixer dans aucune ſubſtance qu'à l'aide de la chaleur ou du feu qui ſe fixent en même temps, ils doivent être comptés au nombre de leurs parties conſtitutives. Mais cela n'empêche pas que le ſel ne doive auſſi être regardé comme la ſubſtance moyenne entre la terre & l'eau, ces deux élémens entrent en proportion différente dans les différens ſels ou ſubſtances ſalines, dont la variété & le nombre ſont ſi grands qu'on ne peut en faire l'énumération; mais qui préſentées géné-

ralement ſous les dénominations d'acides & d'alkalis, nous montrent qu'en général, il y a plus de terre & moins d'eau dans ces derniers ſels, & au contraire plus d'eau & moins de terre dans les premiers.

Néanmoins l'eau, quoique intimément mêlée dans les ſels, n'y eſt ni fixée ni réunie par une force aſſez grande pour la transformer en matière ſolide comme dans la pierre calcaire; elle réſide dans le ſel ou dans ſon acide ſous ſa forme primitive, & l'acide le mieux concentré, le plus dépouillé d'eau, qu'on pourroit regarder ici comme de la terre liquide, ne doit cette liquidité qu'à la quantité de l'air & du feu qu'il contient; toute liquidité & même toute fluidité ſuppoſe la préſence d'une certaine quantité de feu; & quand on attribueroit celle des acides à un reſte d'eau qu'on ne peut en ſéparer, quand même on pourroit les réduire tous ſous une forme concrète, il n'en ſeroit pas moins vrai que leurs ſaveurs, ainſi que les odeurs & les couleurs, ont toutes également pour principe celui de la force expanſive, c'eſt-à-dire, la lumière & les émanations de la chaleur & du feu; car

il n'y a que ces principes actifs qui puissent agir sur nos sens & les affecter d'une manière différente & diversifiée, selon les vapeurs ou particules des différentes substances qu'ils nous apportent & nous présentent; c'est donc à ces principes qu'on doit rapporter non-seulement la liquidité des acides, mais aussi leur saveur. Une expérience que j'ai eu occasion de faire un grand nombre de fois, m'a pleinement convaincu que l'alkali est produit par le feu; la chaux faite à la manière ordinaire & mise sur la langue même avant d'être éteinte par l'air ou par l'eau, a une saveur qui indique déjà la présence d'une certaine quantité d'alkali. Si l'on continue le feu, cette chaux qui a subi une plus longue calcination devient plus piquante sur la langue, & celle que l'on tire des fourneaux de forges où la calcination dure cinq ou six mois de suite, l'est encore davantage. Or, ce sel n'étoit pas contenu dans la pierre avant sa calcination, il augmente en force ou en quantité, à mesure que le feu est appliqué plus violemment & plus long-temps à la pierre, il est donc le produit immédiat

du feu & de l'air qui se sont incorporés dans sa substance pendant la calcination, & qui par ce moyen sont devenus parties fixes de cette pierre de laquelle ils ont chassé la plus grande partie des molécules d'eau, liquides & solides qu'elle contenoit auparavant. Cela seul me paroit suffisant pour prononcer que le feu est le principe de la formation de l'alkali minéral, & l'on doit en conclure, par analogie, que les autres alkalis doivent également leur formation à la chaleur constante de l'animal & du végétal dont on les tire.

A l'égard des acides, la démonstration de leur formation par le feu & l'air fixes, quoique moins immédiate que celle des alkalis, ne m'en paroît pas moins certaine: nous avons prouvé que le nitre & le phosphore tirent leur origine des matières végétales & animales, que le vitriol tire sa sienne des pyrites, des soufres & des autres matières combustibles; on sait d'ailleurs que ces acides, soit vitrioliques, ou nitreux ou phosphoriques, contiennent toujours une certaine quantité d'alkali; on doit donc rapporter leur formation & leur saveur au même principe, & réduisant

tous les acides à un seul acide, & tous les alkalis à un seul alkali, ramener tous les sels à une origine commune, & ne regarder leurs différentes saveurs & leurs propriétés particulières & diverses, que comme le produit varié des différentes quantités de terre, d'eau, & sur-tout d'air & de feu fixes qui sont entrées dans leur composition. Ceux qui contiendront le plus de ces principes actifs d'air & de feu, seront ceux qui auront le plus de puissance & le plus de saveur. J'entends par puissance la force dont les sels nous paroissent animés pour dissoudre les autres substances; on sait que la dissolution suppose la fluidité; qu'elle ne s'opère jamais entre deux matières sèches ou solides, & que par conséquent elle suppose aussi dans le dissolvant le principe de la fluidité c'est-à-dire le feu; la puissance du dissolvant sera donc d'autant plus grande que d'une part il contiendra ce principe actif en plus grande quantité, & que d'autre part ses parties aqueuses & terreuses auront plus d'affinité avec les parties de même espèce contenues dans les substances à dissoudre; & comme les degrés d'affini-

épendent abſolument de la figure des arties intégrantes des corps, ils doivent, omme ces figures, varier à l'infini ; on ne loit donc pas être ſurpris de l'action plus u moins grande ou nulle de certains ſels ur certaines ſubſtances, ni des effets ontraires d'autres ſels ſur d'autres ſubſtances. Leur principe actif eſt le même, eur puiſſance pour diſſoudre la même, ais elle demeure ſans exercice lorſque la ubſtance qu'on lui préſente repouſſe celle u diſſolvant, ou n'a aucun degré d'affinité vec lui ; tandis qu'au contraire, elle le aiſit avidement toutes les fois qu'il ſe rouve aſſez de force d'affinité pour vaincre elle de la cohérence ; c'eſt-à-dire, toutes s fois que les principes actifs contenus ans le diſſolvant, ſous la forme de l'air du feu, ſe trouvent plus puiſſamment tirés par la ſubſtance à diſſoudre qu'ils e le ſont par la terre & l'eau qu'il contient ; car dès-lors ces principes actifs en ſéparent, ſe développent & pénètrent ſubſtance qu'ils diviſent & décompoſent u point de la rendre ſuſceptible, par ette diviſion, d'obéir en liberté à toutes s forces attractives de la terre & de l'eau

contenues dans le diſſolvant, & de s'unir avec elles aſſez intimement pour ne pouvoir en être ſéparées que par d'autres ſubſtances qui auroient avec ce même diſſolvant, un degré encore plus grand d'affinité. Newton eſt le premier qui ait donné les affinités pour cauſes des précipitations chimiques; Stalh adoptant cette idée l'a tranſmiſe à tous les Chimiſtes, & il me paroît qu'elle eſt aujourd'hui univerſellement reçue comme une vérité dont on ne peut douter. Mais ni Newton ni Stalh ne ſe ſont élevés au point de voir que toutes ces affinités en apparence ſi différentes entr'elles, ne ſont au fond que les effets particuliers de la force générale de l'attraction univerſelle; & faute de cette vue, leur théorie ne pouvoit être ni lumineuſe ni complète, parce qu'ils étoient forcés de ſuppoſer autant de petites loix d'affinités différentes, qu'il y avoit de phénomènes différens; au lieu qu'il n'y a réellement qu'une ſeule loi d'affinité, loi qui eſt exactement la même que celle de l'attraction univerſelle; & que par conſéquent l'explication de tous les phénomènes doit être déduite de cette ſeule & même cauſe.

Les sels concourent donc à plusieurs pérations de la Nature par la puissance u'ils ont de dissoudre les autres sub-ances; car, quoiqu'on dise vulgairement ue l'eau dissout le sel, il est aisé de sentir ue c'est une erreur d'expression fondée r ce qu'on appelle communément le uide, le *dissolvant;* & le solide, le *corps dissoudre;* mais dans le réel lorsqu'il y a ssolution, les deux corps sont actifs & euvent être également appelés *dissolvans;* ulement regardant le sel comme le dis-lvant, le corps dissout peut-être indiffé-mment ou liquide ou solide; & pourvu ue les parties du sel soient assez divisées our toucher immédiatement celles des utres substances, elles agiront & produi-ont tous les effets de la dissolution. On oit par-là combien l'action propre des ls & l'action de l'élément de l'eau qui s contient doivent influer sur la com-osition des matières minérales. La Nature eut produire par ce moyen tout ce que os arts produisent par le moyen du feu; ne faut que du temps pour que les sels l'eau opèrent sur les substances les us compactes & les plus dures, la

diviſion la plus complète & l'atténuation
la plus grande de leurs parties ; ce qu
les rend alors ſuſceptibles de toutes le
combinaiſons poſſibles & capables de s'uni
avec toutes les ſubſtances analogues, &
de ſe ſéparer de toutes les autres. Mais c
temps qui n'eſt rien pour la Nature &
qui ne lui manque pas, eſt de toutes le
choſes néceſſaires celle qui nous manqu
le plus ; c'eſt faute de temps que nous n
pouvons imiter ſes procédés ni ſuivre ſ
marche ; le plus grand de nos arts ſero
donc l'art d'abréger le temps, c'eſt-à-dire
de faire en un jour ce qu'elle fait en u
ſiècle : quelque vaine que paroiſſe cett
prétention, il ne faut pas y renoncer
nous n'avons à la vérité, ni les grande
forces ni le temps encore plus grand d
la Nature, mais nous avons au-deſſu
d'elle la liberté de les employer comm
il nous plaît ; notre volonté eſt une forc
qui commande à toutes les autres forces
lorſque nous la dirigeons avec intelligence
Ne ſommes-nous pas venus à bout d
créer à notre uſage, l'élément du feu qu'ell
nous avoit caché ! ne l'avons-nous pa
tiré des rayons qu'elle ne nous envoyoi

ıe pour nous éclairer! n'avons-nous
ıs par ce même élément, trouvé le
oyen d'abréger le temps en diviſant les
›rps par une fuſion auſſi prompte que
ur diviſion ſeroit lente par tout autre
oyen! &c.

Mais cela ne doit pas nous faire perdre
: vue que la Nature ne puiſſe faire &
: faſſe réellement, par le moyen de
:au, tout ce que nous faiſons par celui
ı feu. Pour le voir clairement, il faut
›nſidérer que la décompoſition de toute
bſtance ne pouvant ſe faire que par la
viſion, plus cette diviſion ſera grande
plus la décompoſition ſera complète;
feu ſemble diviſer autant qu'il eſt poſ-
ble, les matières qu'il met en fuſion;
:pendant on peut douter ſi celles que
:au & les acides tiennent en diſſolution
e ſont pas encore plus diviſées, & les
apeurs que la chaleur élève, ne con-
ennent-elles pas des matières encore plus
ténuées! Il ſe fait donc dans l'intérieur
e la terre, au moyen de la chaleur qu'elle
enferme & de l'eau qui s'y inſinue,
ne infinité de ſublimations, de diſtilla-
ons, de criſtalliſations, d'agrégations, de

disjonctions de toute espèce. Toutes le
substances peuvent être avec le temps
composées & décomposées par ces moyens
l'eau peut les diviser & en atténuer le
parties autant & plus que le feu lorsqu'
les fond ; & ces parties atténuées, divisée
à ce point, se joindront, se réuniront d
la même manière que celles du mét
fondu se réunissent en se refroidissan
Pour nous faire mieux entendre, arrêton
nous un instant sur la cristallisation ; ce
effet dont les sels nous ont donné l'idée
ne s'opère jamais que quand une substanc
étant dégagée de toute autre substanc
se trouve très-divisée & soutenue par u
fluide qui, n'ayant avec elle que peu o
point d'affinité, lui permet de se réunir à
de former, en vertu de sa force d'attrac
tion, des masses d'une figure à peu-près
semblable à la figure de ses parties pri
mitives ; cette opération qui suppose toute
les circonstances que je viens d'énoncer
peut se faire par l'intermède du feu aussi
bien que par celui de l'eau, & se fa
très-souvent par le concours des deux
parce que tout cela ne suppose ou n'exig
qu'une division assez grande de la matière

our que ſes parties primitives puiſſent, our ainſi dire, ſe trier & former, en ſe éuniſſant, des corps figurés comme elles: r le feu peut tout auſſi-bien, & mieux u'aucun autre diſſolvant, amener plu- eurs ſubſtances à cet état, & l'obſervation ous le démontre dans les régules, dans s amiantes, les baſaltes, & autres pro- uctions du feu dont les figures ſont égulières, & qui toutes doivent être re- ardées comme de vraies criſtalliſations.

Et ce degré de grande diviſion, né- eſſaire à la criſtalliſation, n'eſt pas encore elui de la plus grande diviſion poſſible i réelle, puiſque dans cet état les petites arties de la matière ſont encore aſſez roſſes pour conſtituer une maſſe qui, omme toutes les autres maſſes, n'obéit u'à la ſeule force attractive, & dont les olumes ne ſe touchant que par des oints, ne peuvent acquérir la force ré- ulſive qu'une beaucoup plus grande iviſion ne manqueroit pas d'opérer par n contact plus immédiat, & c'eſt auſſi e que l'on voit arriver dans les effer- eſcences, où tout d'un coup la chaleur : la lumière ſont produites par le mélange

de deux liqueurs froides. Ce degré de diviſion de la matière eſt ici fort au-deſſus du degré néceſſaire à la criſtalliſation, & l'opération s'en fait auſſi rapidement que l'autre s'exécute avec lenteur.

La lumière, la chaleur, le feu, l'air, l'eau, les ſels, ſont les degrés par leſquels nous venons de deſcendre du haut de l'échelle de la Nature à ſa baſe qui eſt la terre fixe. Et ce ſont en même temps les ſeuls principes que l'on doive admettre & combiner pour l'explication de tous les phénomènes. Ces principes ſont réels, indépendans de toute hypothèſe & de toute méthode; leur converſion, leur transformation eſt toute auſſi réelle, puiſqu'elle eſt démontrée par l'expérience. Il en eſt de même de l'élément de la terre, il peut ſe convertir en ſe volatiliſant, & prendre la forme des autres élémens, comme ceux-ci prennent la ſienne en ſe fixant. Mais de la même manière que les parties primitives du feu, de l'air ou de l'eau ne formeront jamais ſeules des corps ou des maſſes qu'on puiſſe regarder comme du feu, de l'air ou de l'eau purs; de même il me paroît très-inutile de chercher dans les matières terreſtres

erreſtres une ſubſtance de terre pure: a fixité, l'homogénéité, l'éclat tranſparent du diamant a ébloui les yeux de nos Chimiſtes lorſqu'ils ont donné cette pierre pour la terre élémentaire & pure; on pourroit dire avec autant & auſſi peu de fondement, que c'eſt au contraire de l'eau pure dont toutes les parties ſe ſont fixées pour compoſer une ſubſtance ſolide diaphane comme elle; ces idées n'auroient pas été miſes en avant, ſi l'on eût penſé que l'élément terreux n'a pas plus le privilége de la ſimplicité abſolue que les autres élémens; que même comme il eſt le plus fixe de tous, & par conſéquent le plus conſtamment paſſif, il reçoit comme paſſe toutes les impreſſions des autres; il les attire, les admet dans ſon ſein, s'unit, s'incorpore avec eux, les ſuit & ſe laiſſe entraîner par leur mouvement; & par conſéquent il n'eſt ni plus ſimple ni moins convertible que les autres. Ce ne ſont mais que les grandes maſſes qu'il faut conſidérer lorſqu'on veut définir la Nature; les quatre élémens ont été bien ſaiſis par les Philoſophes, même les plus anciens; le ſoleil, l'atmoſphère, la mer & la terre

ſont les grandes maſſes ſur leſquelles ils les ont établis ; s'il exiſtoit un aſtre de phlogiſtique, une atmoſphère d'alkali, un océan d'acide, & des montagnes de diamant, on pourroit alors les regarder comme les principes généraux & réels de tous les corps ; mais ce ne ſont au contraire, que des ſubſtances particulières, produites comme toutes les autres, par la combinaiſon des véritables élémens.

Dans la grande maſſe de matière ſolide qui nous repréſente l'élément de la terre la couche ſuperficielle eſt la terre la moins pure ; toutes les matières dépoſées par la mer en forme de ſédimens, toutes les pierres produites par les animaux à coquilles, toutes les ſubſtances compoſées par la combinaiſon des détrimens du règne animal & végétal ; toutes celles qui ont été altérées par le feu des volcans, ou ſublimées par la chaleur intérieure du globe, ſont des ſubſtances mixtes & transformées ; & quoiqu'elles compoſent de très-grandes maſſes, elles ne nous repréſentent pas aſſez purement l'élément de la Terre ; ce ſont les matières vitrifiables dont la maſſe eſt mille & cent mille fois

lus considérable que celles de toutes ces utres substances, qui doivent être regarlées comme le vrai fonds de cet élément; e sont en même temps celles qui sont ompoſées de la terre la plus fixe, celles ui sont les plus anciennes, & cependant es moins altérées; c'est de ce fonds comun dont toutes les autres substances ont ré la base de leur solidité; car toute natière fixe, décomposée autant qu'elle eut l'être, se réduit ultérieurement en erre par la seule action du feu; elle eprend sa première nature lorsqu'on la égage des matières fluides ou volatiles ui s'y étoient unies; & ce verre ou natière vitrée qui compose la masse de otre globe, représente d'autant mieux élément de la terre, qu'il n'a ni couleur, i odeur, ni saveur, ni liquidité, ni fluité; qualités qui toutes proviennent des utres élémens ou leur appartiennent.

Si le verre n'est pas précisément l'élément de la terre, il en est au moins la ubstance la plus ancienne; les métaux nt plus récens & moins nobles; la lupart des autres minéraux se forment us nos yeux; la Nature ne produit plus

de verre que dans les foyers particuliers de ſes volcans, tandis que tous les jours elle forme d'autres ſubſtances par la combinaiſon du verre avec les autres élémens. Si nous voulons nous former une idée juſte de ſes procédés dans la formation du globe, qui nous démontre qu'il a été fondu, liquéfié par le feu; conſidérer enſuite que de ce degré immenſe de chaleu il a paſſé ſucceſſivement au degré de ſ chaleur actuelle; que dans les premier momens où ſa ſurface a commencé d prendre de la conſiſtance, il a dû s' former des inégalités, telles que nous e voyons ſur la ſurface des matières fondue & refroidies; que les plus hautes mon tagnes toutes compoſées de matières vitr fiables, exiſtent & datent de ce momen qui eſt auſſi celui de la ſéparation d grandes maſſes de l'air, de l'eau & de terre; qu'enſuite pendant le long eſpace c temps que ſuppoſe le refroidiſſement, c ſi l'on veut la diminution de la chale du globe au point de la températ actuelle, il s'eſt fait dans ces mêmes mo tagnes, qui étoient les parties les pl expoſées à l'action des cauſes extérieure

ne infinité de fusions, de sublimations, 'agrégations & de transformations de oute espèce par le feu de la terre, ombiné avec la chaleur du soleil, & outes les autres causes que cette grande haleur rendoit plus actives qu'elles ne le ont aujourd'hui; que par conséquent on oit rapporter à cette date la formation es métaux & des minéraux que nous ouvons en grandes masses & en filons ais & continus. Le feu violent de la rre embrasée après avoir élevé & réduit 1 vapeurs tout ce qui étoit volatil, après oir chassé de son intérieur les matières ui composent l'atmosphère & les mers, dû sublimer en même temps, toutes les rties les moins fixes de la terre, les ever & les déposer dans tous les espaces des, dans toutes les fentes qui se forroient à la surface à mesure qu'elle se froidissoit. Voilà l'origine & la gradation 1 gissement & de la formation des matières vitrifiables, qui toutes forment le oyau des plus grandes montagnes & nferment dans leurs fentes toutes les ines des métaux & des autres matières ue le feu a pu diviser, fondre & sublimer.

Après ce premier établiſſement encore ſubſiſtant des matières vitrifiables & des minéraux en grande maſſe qu'on ne peut attribuer qu'à l'action du feu ; l'eau qui juſqu'alors ne formoit avec l'air qu'un vaſte volume de vapeurs, commença de prendre ſon état actuel dès que la ſuperficie du globe fut aſſez refroidie pour ne la plus repouſſer & diſſiper en vapeurs ; elle ſe raſſembla donc & couvrit la plus grande partie de la ſurface terreſtre, ſur laquelle ſe trouvant agitée par un mouvement continuel de flux & de reflux, par l'action des vents, par celle de la chaleur, elle commença d'agir ſur les ouvrages du feu, elle altéra peu-à-peu la ſuperficie des matières vitrifiables, elle en tranſporta les débris, les dépoſa en forme de ſédimens, elle put nourrir les animaux à coquilles, elle ramaſſa leurs dépouilles, produiſit les pierres calcaires, en forma des collines & des montagnes, qui ſe deſſéchant enſuite reçurent dans leurs fentes, toutes les matières minérales qu'elle pouvoit diſſoudre ou charier.

Pour établir une théorie générale ſur la formation des minéraux, il faut donc

commencer par distinguer avec la plus grande attention, 1.° ceux qui ont été produits par le feu primitif de la terre lorsqu'elle étoit encore brûlante de chaleur, 2.° ceux qui ont été formés du détriment des premiers par le moyen de l'eau, & troisièmement, ceux qui dans les volcans ou dans d'autres incendies postérieurs au feu primitif, ont une seconde fois subi l'épreuve d'une violente chaleur. Ces trois objets sont très-distincts & comprennent tout le règne minéral; en ne les perdant pas de vue & y rapportant chaque substance minérale, on ne pourra guère se tromper sur son origine & même sur les degrés de sa formation. Toutes les mines que l'on trouve en masses ou gros filons dans nos hautes montagnes, doivent se rapporter à la sublimation du feu primitif: toutes celles au contraire que l'on trouve en petites ramifications, en filets, en végétations, n'ont eté formées que du détriment des premières, entraîné par la stillation des eaux. On le voit évidemment en comparant, par exemple, la matière des mines de fer de Suède avec celle de nos mines de fer en grains; celles-ci sont

l'ouvrage immédiat de l'eau, & nous les voyons ſe former ſous nos yeux, elles ne ſont point attirables par l'aimant, elles ne contiennent point de ſoufre, & ne ſe trouvent que diſperſées dans les terres; les autres ſont toutes plus ou moins ſulfureuſes, toutes attirables par l'aimant, ce qui ſeul ſuppoſe qu'elles ont ſubi l'action du feu; elles ſont diſpoſées en grandes maſſes dures & ſolides, leur ſubſtance eſt mêlée d'une grande quantité d'aſbeſte, autre indice de l'action du feu. Il en eſt de même des autres métaux, leur ancien fonds vient du feu & toutes leurs grandes maſſes ont été réunies par ſon action; mais toutes leurs criſtalliſations, végétations, granulations, &c. ſont dûes à des cauſes ſecondaires où l'eau a la plus grande part. Je borne ici mes réflexions ſur la converſion des élémens, parce que ce ſeroit anticiper ſur celles qu'exige en particulier chaque ſubſtance minérale, & qu'elles ſeront mieux placées dans les articles de l'Hiſtoire Naturelle des minéraux.

RÉFLEXIONS

Sur la loi de l'Attraction.

LE mouvement des Planètes dans leurs orbites, eſt un mouvement compoſé de deux forces: la première eſt une force de projection, dont l'effet s'exerceroit dans la tangente de l'orbite, ſi l'effet continu de la ſeconde ceſſoit un inſtant; cette ſeconde force tend vers le Soleil, & par ſon effet précipiteroit les Planètes vers le Soleil, ſi la première force venoit à ſon tour à ceſſer un ſeul inſtant.

La première de ces forces peut être regardée comme une impulſion, dont l'effet eſt uniforme & conſtant, & qui a été communiquée aux Planètes dès la formation du ſyſtème planétaire : la ſeconde peut être conſidérée comme une attraction vers le Soleil, & ſe doit meſurer comme toutes les qualités qui partent d'un centre, par la raiſon inverſe du quarré de la diſtance, comme en effet on meſure les quantités de lumière, d'odeur, &c. & toutes les autres quantités

ou qualités qui ſe propagent en ligne droite & ſe rapportent à un centre. Or, il eſt certain que l'attraction ſe propage en ligne droite, puiſqu'il n'y a rien de plus droit qu'un fil à-plomb, & que tombant perpendiculairement à la ſurface de la Terre, il tend directement au centre de la force, & ne s'éloigne que très-peu de la direction du rayon au centre. Donc on peut dire que la loi de l'attraction doit être la raiſon inverſe du quarré de la diſtance, uniquement parce qu'elle part d'un centre ou qu'elle y tend, ce qui revient au même.

Mais comme ce raiſonnement préliminaire, quelque bien fondé que je le croie, pourroit être contredit par les gens qui font peu de cas de la force des analogies, & qui ne ſont accoutumés à ſe rendre qu'à des démonſtrations mathématiques; Newton a cru qu'il valoit beaucoup mieux établir la loi de l'attraction par les phénomènes mêmes que par toute autre voie, & il a en effet démontré géométriquement, que ſi pluſieurs corps ſe meuvent dans des cercles concentriques, & que les quarrés des temps de leurs révolutions ſoient comme les cubes de

leurs distances à leur centre commun, les forces centripètes de ces corps sont réciproquement comme les quarrés des distances; & que si les corps se meuvent dans des orbites peu différentes d'un cercle, ces forces sont aussi réciproquement comme les quarrés des distances, pourvu que les apsides de ces orbites soient immobiles. Ainsi les forces par lesquelles les Planètes tendent aux centres ou aux foyers de leurs orbites, suivent en effet la loi du quarré de la distance; & la gravitation étant générale & universelle, la loi de cette gravitation est constamment celle de la raison inverse du quarré de la distance, & je ne crois pas que personne doute de la loi de Képler, & qu'on puisse nier que cela ne soit ainsi pour Mercure, pour Vénus, pour la Terre, pour Mars, pour Jupiter & pour Saturne, sur-tout en les considérant à part & comme ne pouvant se troubler les uns les autres, & en ne faisant attention qu'à leur mouvement autour du Soleil.

Toutes les fois donc qu'on ne considérera qu'une planète ou qu'un satellite se mouvant dans son orbite autour du

Soleil ou d'une autre Planète, ou qu'on n'aura que deux corps tous deux en mouvement, ou dont l'un eſt en repos & l'autre en mouvement, on pourra aſſurer que la loi de l'attraction ſuit exactement la raiſon inverſe du quarré de la diſtance, puiſque par toutes les obſervations la loi de Képler ſe trouve vraie, tant pour les planètes principales, que pour les ſatellites de Jupiter & de Saturne. Cependant on pourroit dès ici faire une objection tirée des mouvemens de la Lune, qui ſont irréguliers au point que M. Halley l'appelle *Sidus contumax*, & principalement du mouvement de ſes apſides, qui ne ſont pas immobiles comme le demande la ſuppoſition géométrique, ſur laquelle eſt fondé le réſultat qu'on a trouvé de la raiſon inverſe du quarré de la diſtance pour la meſure de la force d'attraction dans les planètes.

A cela il y a pluſieurs manières de répondre; d'abord on pourroit dire que la loi s'obſervant généralement dans toutes les autres planètes avec exactitude, un ſeul phénomène où cette même exactitude ne ſe trouve pas, ne doit pas détruire cette

oi, on peut le regarder comme une exeption dont on doit chercher la raiſon articulière. En ſecond lieu, on pourroit épondre comme l'a fait M. Cotes, que uand même on accorderoit que la loi 'attraction n'eſt pas exactement dans ce as en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, & que cette raiſon eſt un peu plus rande, cette différence peut s'eſtimer par calcul, & qu'on trouvera qu'elle eſt reſque inſenſible puiſque la raiſon de la orce centripète de la Lune qui de toutes t celle qui doit être la plus troublée, oproche ſoixante fois plus près de la iſon du quarré que de la raiſon du cube e la diſtance : *Reſponderi poteſt etiamſi ncedamus hunc motum tardiſſimum exinde ofectum quòd vis centripetæ proportio aberret liquantulum a duplicatâ, aberrationem illam r computum mathematicum inveniri poſſe, planè inſenſibilem eſſe; iſta enim ratio vis ntripetæ Lunaris quæ omnium maximè turi debet, paululum quidem duplicatam ſurabit; ad hanc vero ſexaginta ferè vicibus opiùs accedet quàm ad triplicatam. Sed rior erit reſponſio, &c.* Editoris præf. in lit. 2.^am Newton. *Auctore Roger Cotes.*

Et en troiſième lieu, on doit répondre plus poſitivement que ce mouvement des apſides ne vient point de ce que la loi d'attraction eſt un peu plus grande que dans la raiſon inverſe du quarré de la diſtance, mais de ce qu'en effet le Soleil agit ſur la Lune par une force d'attraction qui doit troubler ſon mouvement & produire celui des apſides, & que par conſéquent cela ſeul pourroit bien être la cauſe qui empêche la Lune de ſuivre exactement la règle de Képler. Newton a calculé dans cette vue les effets de cette force perturbatrice, & il a tiré de ſa théorie les équations & les autres mouvemens de la Lune, avec une telle préciſion qu'ils répondent très-exactement & à quelques ſecondes près aux obſervations faites par les meilleurs Aſtronomes; mais pour ne parler que du mouvement des apſides, il fait ſentir dès la XLVme propoſition du premier Livre que la progreſſion de l'apogée de la Lune vient de l'action du Soleil; en ſorte qu'juſqu'ici tout s'accorde, & ſa théorie ſe trouve auſſi vraie & auſſi exacte dans tous les cas les plus compliqués comme dans ceux qui le ſont le moins.

Cependant un de nos grands Géomètres a prétendu *(c)* que la quantité absolue du mouvement de l'apogée ne pouvoit pas se tirer de la théorie de la gravitation, telle qu'elle est établie par Newton, parce qu'en employant les loix de cette théorie, on trouve que ce mouvement ne devroit s'achever qu'en dix-huit ans, au lieu qu'il s'achève en neuf ans. Malgré l'autorité de cet habile Mathématicien & les raisons qu'il a données pour soutenir son opinion, j'ai toujours été convaincu, comme je le suis encore aujourd'hui, que la théorie de Newton s'accorde avec les observations; et n'entreprendrai pas ici de faire l'examen qui seroit nécessaire pour prouver qu'il n'est pas tombé dans l'erreur qu'on lui reproche, je trouve qu'il est plus court d'assurer la loi de l'attraction telle qu'elle est, & de faire voir que la loi que M. Clairaut a voulu substituer à celle de Newton, n'est qu'une supposition qui implique contradiction.

Car admettons pour un instant ce que

(c) M. Clairaut. Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année 1745*.

M. Clairaut prétend avoir démontré, qu
par la théorie de l'attraction mutuelle, l
mouvement des apſides devroit ſe fair
en dix-huit ans, au lieu de ſe faire e
neuf ans, & ſouvenons-nous en mêm
temps qu'à l'exception de ce phénomèn
tous les autres, quelque compliqués qu'il
ſoient, s'accordent dans cette même théori
très-exactement avec les obſervations;
en juger d'abord par les probabilités, cet
théorie doit ſubſiſter puiſqu'il y a u
nombre très-conſidérable de choſes c
elle s'accorde parfaitement avec la Nature
qu'il n'y a qu'un ſeul cas où elle en diffère
& qu'il eſt fort aiſé de ſe tromper dan
l'énumération des cauſes d'un ſeul phén
mène particulier; il me paroît donc qu
la première idée qui doit ſe préſenter, e
qu'il faut chercher la raiſon particulière c
ce phénomène ſingulier, & il me ſemb
qu'on pourroit en imaginer quelqu'une
par exemple, ſi la force magnétique c
la Terre pouvoit, comme le dit Newtor
entrer dans le calcul, on trouveroit peu
être qu'elle influe ſur le mouvement c
la Lune, & qu'elle pourroit produire cet
accélération dans le mouvement de l'ap

ſe, & c'eſt dans ce cas où en effet il udroit employer deux termes pour ex- rimer la meſure des forces qui pro- uiſent le mouvement de la Lune. Le emier terme de l'expreſſion ſeroit tou- urs celui de la loi de l'attraction uni- erſelle, c'eſt-à-dire, la raiſon inverſe exacte du quarré de la diſtance, & le cond terme repréſenteroit la meſure de force magnétique.

Cette ſuppoſition eſt ſans doute mieux ndée que celle de M. Clairaut, qui me roît beaucoup plus hypothétique, & jette d'ailleurs à des difficultés invinci- es : exprimer la loi d'attraction par deux u pluſieurs termes, ajouter à la raiſon verſe du quarré de la diſtance une fraction u quarré-quarré, au lieu de $\frac{1}{xx}$ mettre $\frac{1}{x} + \frac{1}{mx^4}$ me paroît n'être autre choſe ue d'ajuſter une expreſſion de telle fa- on qu'elle correſponde à tous les cas ; e n'eſt plus une loi phyſique que cette xpreſſion repréſente, car en ſe permet- nt une fois de mettre un ſecond, un roiſième, un quatrième terme, &c. on ourroit trouver une expreſſion qui, dans

toutes les loix d'attraction, repréſenteroi les cas dont il s'agit, en l'ajuſtant e même temps aux mouvemens de l'apogé de la Lune & aux autres phénoménes; & par conſéquent cette ſuppoſition, ſi elle étoit admiſe, non-ſeulement anéantiroi la loi de l'attraction en raiſon inverſe d quarré de la diſtance, mais même donne roit entrée à toutes les loix poſſibles & imaginables: une loi en Phyſique, n'eſ loi que parce que ſa meſure eſt ſimple & que l'échelle qui la repréſente eſt non ſeulement toujours la même, mais encor qu'elle eſt unique, & qu'elle ne peut êtr repréſentée par une autre échelle; or toutes les fois que l'échelle d'une loi n ſera pas repréſentée par un ſeul terme cette ſimplicité & cette unité d'échelle qui fait l'eſſence de la loi, ne ſubſiſte plus, & par conſéquent il n'y a plu aucune loi phyſique.

Comme ce dernier raiſonnement pour roit paroître n'être que de la métaphyſique & qu'il y a peu de gens qui la ſachen apprécier, je vais tâcher de le rendre ſenſible en m'expliquant davantage. Je dis donc que toutes les fois qu'on voudra

tablir une loi sur l'augmentation ou la iminution d'une qualité ou d'une quantité hysique, on est strictement assujetti à 'employer qu'un terme pour exprimer ette loi : ce terme est la représentation e la mesure qui doit varier, comme en ffet la quantité à mesurer varie ; en sorte ue si la quantité, n'étant d'abord qu'un ouce, devient ensuite un pied, une aune, ne toise, une lieue, &c. le terme qui exprime devient successivement toutes es choses, ou plutôt les représente dans e même ordre de grandeur, & il en est e même de toutes les autres raisons dans esquelles une quantité peut varier.

De quelque façon que nous puissions onc supposer qu'une qualité physique uisse varier, comme cette qualité est une, a variation sera simple & toujours exprinable par un seul terme qui en sera la nesure ; & dès qu'on voudra employer leux termes, on détruira l'unité de la ualité physique, parce que ces deux ermes représenteront deux variations différentes dans la même qualité, c'est-à-dire, deux qualités au lieu d'une : deux termes ont en effet deux mesures, toutes deux

variables & inégalement variables, & dès lors elles ne peuvent être appliquées à un ſujet ſimple, à une ſeule qualité ; & ſi on admet deux termes pour repréſenter l'effet de la force centrale d'un aſtre, il eſt néceſſaire d'avouer qu'au lieu d'une force il y en a deux, dont l'une ſera relative au premier terme, & l'autre relative au ſecond terme ; d'où l'on voit évidemment qu'il faut, dans le cas préſent que M. Clairaut admette néceſſairement une autre force différente de l'attraction s'il emploie deux termes pour repréſenter l'effet total de la force centrale d'une planète.

Je ne ſais pas comment on peut imaginer qu'une loi phyſique, telle qu'eſt celle de l'attraction, puiſſe être exprimée par deux termes par rapport aux diſtances ; car s'il y avoit, par exemple, une maſſe M dont la vertu attractive fût exprimée par $\frac{aa}{xx} + \frac{b}{x^4}$, n'en réſulteroit-il pas le même effet que ſi cette maſſe étoit compoſée de deux matières différentes, comme, par exemple, de $\frac{1}{2} M$, dont la loi d'attraction fût exprimée par $\frac{2aa}{xx}$ & de $\frac{1}{2} M$,

ont l'attraction fût $\frac{2b}{x^4}$? cela me paroît ɔfurde.

Mais indépendamment de ces impoſſi-ilités qu'implique la ſuppoſition de M. :lairaut, qui détruit auſſi l'unité de loi ır laquelle eſt fondée la vérité & la belle mplicité du ſyſtème du monde, cette ıppoſition ſouffre bien d'autres difficultés ue M. Clairaut devoit, ce me ſemble, : propoſer avant que de l'admettre, & ommencer au moins par examiner d'a-ord toutes les cauſes particulières qui ourroient produire le même effet. Je ſens ue ſi j'euſſe réſolu, comme M. Clairaut, : problème des trois corps, & que j'euſſe :ouvé que la théorie de la gravitation ne :onne en effet que la moitié du mouve-nent de l'apogée, je n'en aurois pas tiré ı concluſion qu'il en tire contre la loi le l'attraction; auſſi eſt-ce cette conclu-ion que je contredis, & à laquelle je ne :rois pas qu'on ſoit obligé de ſouſcrire, quand même M. Clairaut auroit pu dé-nontrer l'inſuffiſance de toutes les autres :auſes particulières.

Newton dit, *page 547, tome III;*

In his computationibus attractionem magn
ticam terræ non conſideravi, cujus itaq
quantitas perparva eſt & ignoratur; ſi quan
verò hæc attractio inveſtigari poterit, & me
ſura graduum in meridiano, ac longitudin
pendulorum iſochronorum in diverſis paralleli
legeſque motuum maris & parallaxis Lun
cum diametris apparentibus Solis & Lun
ex phænomenis accuratiùs determinatæ fu
rint, licebit calculum hunc omnem accurati
repetere. Ce paſſage ne prouve-t-il p
bien clairement que Newton n'a pas pr
tendu avoir fait l'énumération de tout
les cauſes particulières, & n'indique-t-
pas en effet que ſi on trouve quelqu
différences avec ſa théorie & les obſerv
tions, cela peut venir de la force mag
nétique de la Terre ou de quelque aut
cauſe ſecondaire, & par conſéquent ſi
mouvement des apſides ne s'accorde p
auſſi exactement avec ſa théorie que
reſte, faudra-t-il pour cela ruiner ſa théor
par le fondement, en changeant la l
générale de la gravitation ! ou plutôt n
faudra-t-il pas attribuer à d'autres cauſ
cette différence qui ne ſe trouve qu
dans ce ſeul phénomène ! M. Clairaut

posé une difficulté contre le système
Newton, mais ce n'est tout au plus
une difficulté qui ne doit ni ne peut
venir un principe, il faut chercher à la
soudre, & non pas en faire une théorie
nt toutes les conséquences ne sont ap-
yées que sur un calcul; car, comme
l'ai dit, on peut tout représenter avec
calcul, & on ne réalise rien; & si on
permet de mettre un ou plusieurs termes
la suite de l'expression d'une loi phy-
que, comme l'est celle de l'attraction,
ne nous donne plus que de l'arbitraire
lieu de nous représenter la réalité.

Au reste, il me suffit d'avoir établi les
sons qui me font rejeter la supposition
M. Clairaut, celles que j'ai de croire,
e bien loin qu'il ait pu donner atteinte
a loi de l'attraction, & renverser l'As-
nomie physique, elle me paroît au
ntraire, demeurer dans toute sa vigueur,
avoir des forces pour aller encore bien
n, & cela sans que je prétende avoir
, à beaucoup près, tout ce qu'on peut
e sur cette matière, à laquelle je desi-
ois qu'on donnât sans prévention, toute
ttention qu'il faut pour la bien juger.

ADDITION.

JE me ſuis borné à démontrer que
loi de l'attraction, par rapport à la diſtanc
ne peut être exprimée que par un term
& non pas deux ou pluſieurs terme
que par conſéquent l'expreſſion que M
Clairaut a voulu ſubſtituer à la loi
quarré des diſtances, n'eſt qu'une ſu
poſition qui renferme une contradictio
c'eſt-là le ſeul point auquel je me ſ
attaché ; mais comme il paroît par ſa r
ponſe qu'il ne m'a pas aſſez entendu *(d)*
je vais tâcher de rendre mes raiſons pl
intelligibles en les traduiſant en calcul,
ſera la ſeule replique que je ferai à
réponſe.

La loi de l'attraction, par rapport à
diſtance, ne peut pas être exprim
par deux termes.

I.re DÉMONSTRATION.

SUPPOSONS que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ r
préſente l'effet de cette force par rappo

(d) Voyez les Mémoires de l'Académie d
Sciences, *année 1745, pages 493, 529, 55*
577 & 580.

à

la distance x, ou, ce qui revient au même, supposons que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ qui représente la force accélératrice, soit égale une quantité donnée A pour une certaine distance; en résolvant cette équation, a racine x, sera ou imaginaire, ou bien lle ira aux deux valeurs différentes: donc différentes distances l'attraction seroit la même, ce qui est absurde: donc la loi de attraction, par rapport à la distance, ne eut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

IIme DÉMONSTRATION.

LA même expression $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ si x evient très-grand, pourra se réduire à $\frac{1}{x^2}$, & si x devient très-petit, elle se réduira $\pm \frac{1}{x^4}$, de sorte que si $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^n}$ exposant n doit être un nombre compris ntre 2 & 4, cependant ce même expoant n doit nécessairement renfermer x, uisque la quantité d'attraction doit, de açon ou d'autre, être mesurée par la istance; cette expression prendra donc

alors une forme comme $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{r}{x^n}$, ou $= \frac{1}{x+r}$; donc une quantité qui doit être néceſſairement un nombre compris entre 2 & 4, pourroit cependant devenir infinie, ce qui eſt abſurde ; donc l'attraction ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

On voit que les démonſtrations ſeroient les mêmes contre toutes les expreſſions poſſibles qui ſeroient compoſées de pluſieurs termes ; donc la loi d'attraction ne peut être exprimée que par un ſeul terme.

SECONDE ADDITION.

JE ne voulois rien ajouter à ce que j'ai dit au ſujet de la loi de l'attraction, ni faire aucune réponſe au nouvel écrit de M. Clairaut *(e)* : mais comme je crois qu'il eſt utile pour les Sciences, d'établir d'une manière certaine la propoſition que j'ai avancée, ſavoir, que la loi de l'attraction & même toute autre loi phyſique, ne peut jamais être exprimée que par un

(e) Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année 1745, pages 577 & 578.*

ſeul terme, & qu'une nouvelle vérité de cette eſpèce, peut prévenir un grand nombre d'erreurs & de fauſſes applications dans les Sciences Phyſico-mathématiques; j'ai cherché pluſieurs moyens de la démontrer.

On a vu dans mon Mémoire les raiſons métaphyſiques, par leſquelles j'établis que la meſure d'une qualité phyſique & générale dans la Nature eſt toujours ſimple; que la loi qui repréſente cette meſure, ne peut donc jamais être compoſée; qu'elle n'eſt réellement que l'expreſſion de l'effet ſimple d'une qualité ſimple; que l'on ne peut donc exprimer cette loi par deux termes, parce qu'une qualité qui eſt une, ne peut jamais avoir deux meſures. Enfuite, *dans l'addition à ce Mémoire*, j'ai prouvé démonſtrativement cette même vérité par la réduction à l'abſurde & par le calcul; ma démonſtration eſt vraie, car il eſt certain en général, que ſi l'on exprime la loi de l'attraction par une fonction de la diſtance, & que cette fonction ſoit compoſée de deux ou pluſieurs termes, comme $\frac{1}{x^n} \pm \frac{1}{x^{n'}} \pm \frac{1}{x^{n''}}$, &c.

& que l'on égale cette fonction à une quantité conſtante A pour une certaine diſtance ; il eſt certain, dis-je, qu'en réſolvant cette équation, la racine x aura des valeurs imaginaires dans tous les cas & auſſi des valeurs réelles, différentes dans preſque tous les cas, & que ce n'eſt que dans quelques cas, comme dans celui de $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^4} = A$, où il y aura deux racines réelles égales, dont l'une ſera poſitive & l'autre négative ; cette exception particulière ne détruit donc pas la vérité de ma démonſtration, qui eſt pour une fonction quelconque ; car ſi en général l'expreſſion de la loi d'attraction eſt $\frac{1}{xx} + mx^n$, l'expoſant n ne peut pas être négatif & plus grand que 2, puiſqu'alors la peſanteur deviendroit infinie dans le point de contact ; l'expoſant n eſt donc néceſſairement poſitif, & le coëfficient m doit être négatif pour faire avancer l'apogée de la Lune ; par conſéquent le cas particulier $\frac{1}{xx} + \frac{1}{x^4}$ ne peut jamais repréſenter la loi de la peſanteur : & ſi on ſe permet une fois d'exprimer cette loi

par une fonction de deux termes, pourquoi le second de ces termes, seroit-il nécessairement positif? il y a, comme l'on voit, beaucoup de raisons pour que cela ne soit pas, & aucune raison pour que cela soit.

Dès le temps que M. Clairaut proposa pour la première fois de changer la loi de l'attraction & d'y ajouter un terme, j'avois senti l'absurdité qui résultoit de cette supposition, & j'avois fait mes efforts pour la faire sentir aux autres; mais j'ai depuis trouvé une nouvelle manière de la démontrer, qui ne laissera, à ce que j'espère, aucun doute sur ce sujet important: voici mon raisonnement que j'ai abrégé autant qu'il m'a été possible.

Si la loi de l'attraction, ou telle autre loi physique que l'on voudra, pouvoit être exprimée par deux ou plusieurs termes, le premier terme étant, par exemple, $\frac{1}{xx}$, il seroit nécessaire que le second terme eût un coëfficient indéterminé, & qu'il fût, par exemple, $\frac{1}{mx^4}$; & de même si cette loi étoit exprimée par trois termes, il y auroit deux coëfficiens indéterminés,

l'un au ſecond, & l'autre au troiſième terme, &c. dès-lors cette loi d'attraction qui ſeroit exprimée par deux termes $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$, renfermeroit donc une quantité *m* qui entreroit néceſſairement dans la meſure de la force.

Or je demande ce que c'eſt que ce coëfficient *m*, il eſt clair qu'il ne dépend ni de la maſſe, ni de la diſtance; que ni l'une ni l'autre ne peuvent jamais donner ſa valeur, comment peut-on donc ſuppoſer qu'il y ait en effet une telle quantité phyſique! exiſte-t-il dans la Nature un coëfficient comme un 4, un 5, un 6 &c. & n'y a-t-il pas de l'abſurdité à ſuppoſer qu'un nombre puiſſe exiſter réellement ou qu'un coëfficient puiſſe être une qualité eſſentielle à la matière! il faudroit pour cela qu'il y eût dans la Nature des phénomènes purement numériques & du même genre que ce coëfficient *m*, ſans cela il eſt impoſſible d'en déterminer la valeur, puiſqu'une quantité quelconque ne peut jamais être meſurée que par une autre quantité du même genre; il faut donc que M. Clairaut

ommence par nous prouver que les
nombres ſont des êtres réels actuellement
xiſtans dans la Nature, où que les
oëfficiens ſont des qualités phyſiques s'il
eut que nous convenions avec lui que
a loi d'attraction, ou toute autre loi phy-
ique, puiſſe être exprimée par deux ou
lusieurs termes.

Si l'on veut une démonſtration plus
articulière, je crois qu'on peut en donner
ne qui ſera à la portée de tout le monde,
'eſt que la loi de la raiſon inverſe du
uarré de la diſtance convient également
une ſphère & à toutes les particules de
natière dont cette ſphère eſt compoſée.
Le globe de la Terre exerce ſon attraction
ans la raiſon inverſe du quarré de la
iſtance ; & toutes les particules de matière
ont ce globe eſt compoſé, exercent auſſi
ur attraction dans cette même raiſon,
omme Newton l'a démontré : mais ſi
on exprime cette loi de l'attraction d'une
hère par deux termes, la loi de l'attrac-
on des particules qui compoſent cette
hère, ne ſera point la même que celle
e la ſphère ; par conſéquent cette loi
ompoſée de deux termes, ne ſera pas

générale, ou plutôt ne ſera jamais la loi de la Nature.

Les raiſons métaphyſiques, mathématiques & phyſiques s'accordent donc toutes à prouver que la loi de l'attraction ne peut être exprimée que par un ſeul terme, & jamais par deux ou pluſieurs termes, c'eſt la propoſition que j'ai avancée & que j'avois à démontrer.

INTRODUCTION
À L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

DEPUIS vingt-cinq ans que j'ai jeté sur le papier mes idées sur la théorie de la Terre, & sur la nature des matières minérales dont le globe est principalement composé, j'ai eu la satisfaction de voir cette théorie confirmée par le témoignage unanime des Navigateurs, & par de nouvelles observations que j'ai eu soin de recueillir ; il m'est aussi venu dans ce long espace de temps quelques pensées neuves, dont j'ai cherché à constater la valeur & la réalité par des expériences ; de nouveaux faits acquis par ces expériences, des rapports plus ou moins éloignés tirés de ces mêmes faits, des réflexions en conséquence, le tout lié à mon système général, & dirigé par une vue constante vers les grands objets de la Nature, voilà

ce que je crois devoir préſenter aujourd'hui à mes Lecteurs; ſur-tout à ceux qui m'ayant honoré de leur ſuffrage, aiment aſſez l'Hiſtoire naturelle, pour chercher avec moi les moyens de l'étendre & de l'approfondir.

Je commencerai par la partie expérimentale de mon travail, parce que c'eſt ſur les réſultats de mes expériences que j'ai fondé tous mes raiſonnemens, & que les idées même les plus conjecturales & qui pourroient paroître trop haſardées, ne laiſſent pas d'y tenir par des rapports qui ſeront plus ou moins ſenſibles à des yeux plus ou moins attentifs, plus ou moins exercés, mais qui n'échapperont pas à l'eſprit de ceux qui ſavent évaluer la force des inductions, & apprécier la valeur des analogies.

Et comme il s'eſt écoulé bien des années depuis que j'ai commencé de publier mon ouvrage ſur l'Hiſtoire naturelle, & que le nombre des volumes s'eſt beaucoup augmenté, j'ai cru que pour ne pas rendre mon livre trop à charge au public, je devois m'interdire la liberté d'en donner une nouvelle édition corrigée & augmentée

aussi dans le grand nombre de réimpressions qui se sont faites de cet ouvrage, il n'y a pas eu un seul mot de changé. Pour ne pas rendre aujourd'hui toutes ces éditions superflues, j'ai pris le parti de mettre en deux ou trois volumes de supplément, les corrections, additions, développemens & explications que j'ai jugées nécessaires à l'intelligence des sujets que j'ai traités. Ces supplémens contiendront beaucoup de choses nouvelles & d'autres plus anciennes, dont quelques-unes ont été imprimées, soit dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, soit ailleurs, je les ai divisés par parties relatives aux différens objets de l'histoire de la Nature, & j'en ai formé plusieurs Mémoires qui peuvent être lûs indépendamment les uns des autres, mais que j'ai seulement rapprochés selon l'ordre des matières.

PREMIER MÉMOIRE.

Expériences ſur le progrès de la chaleur dans les corps.

J'AI fait faire dix boulets de fer forgé & battu :

	pouces.
Le premier d'un demi-pouce de diamètre.	$\frac{1}{2}$.
Le ſecond d'un pouce.....	1.
Le troiſième d'un pouce & demi.....	1 $\frac{1}{2}$.
Le quatrième de deux pouces.....	2.
Le cinquième de deux pouces & demi.	2 $\frac{1}{2}$.
Le ſixième de trois pouces.....	3.
Le ſeptième de trois pouces & demi...	3 $\frac{1}{2}$.
Le huitième de quatre pouces.....	4.
Le neuvième de quatre pouces & demi.	4 $\frac{1}{2}$.
Le dixième de cinq pouces.....	5.

Ce fer venoit de la forge de Chameçon près Châtillon-ſur-Seine, & comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge, leurs poids ſe ſont trouvés à très-peu-près proportionnels aux volumes.

Le boulet d'un demi-pouce peſoit 190 grains, *ou* 2 gros 46 grains.

Le boulet d'un pouce pesoit 1522 grains, *ou* 2 onces 5 gros 10 grains.

Le boulet d'un pouce $\frac{1}{2}$ pesoit 5136 grains, *ou* 8 onces 7 gros 24 grains.

Le boulet de 2 pouces pesoit 12173 grains, *ou* 1 livre 5 onces 1 gros 5 grains.

Le boulet de 2 pouces $\frac{1}{2}$ pesoit 23781 grains, *ou* 2 livres 9 onces 2 gros 21 grains.

Le boulet de trois pouces pesoit 41085 grains, *ou* 4 livres 7 onces 2 gros 45 grains.

Le boulet de 3 pouces $\frac{1}{2}$ pesoit 65254 grains, *ou* 7 livres 1 once 2 gros 22 grains.

Le boulet de quatre pouces 97388 grains, *ou* 10 livres 9 onces 44 grains.

Le boulet de 4 pouces $\frac{1}{2}$ pesoit 138179 grains, *ou* 14 livres 15 onces 7 gros 11 grains.

Le boulet de 5 pouces pesoit 190211 grains, *ou* 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains.

Tous ces poids ont été pris juste avec de très-bonnes balances, en faisant limer peu-à-peu ceux des boulets qui se sont trouvés un peu trop forts.

Avant de rapporter les expériences, j'observerai :

1.° Que pendant tout le temps qu'on les a faites, le thermomètre exposé à l'air libre étoit à la congélation ou à quelques

degrés au-deſſous *(a)* ; mais qu'on a laiſſé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre étoit à peu-près à dix degrés au-deſſus de la congélation, c'eſt-à-dire au degré de la température des caves de l'Obſervatoire ; & c'eſt ce degré que je prends ici pour celui de la température actuelle de la Terre.

2.° J'ai cherché à ſaiſir deux inſtans dans le refroidiſſement, le premier où les boulets ceſſoient de brûler, c'eſt-à-dire, le moment où on pouvoit les toucher & les tenir avec la main pendant une ſeconde, ſans ſe brûler ; le ſecond temps de ce refroidiſſement étoit celui où les boulets ſe ſont trouvés refroidis juſqu'au point de la température actuelle, c'eſt-à-dire, à 10 degrés au-deſſus de la congélation. Et pour connoître le moment de ce refroidiſſement juſqu'à la température actuelle, on s'eſt ſervi d'autres boulets de comparaiſon de même matière & de mêmes diamètres qui n'avoient pas été chauffés, & que l'on touchoit en même temps que ceux qui avoient été chauffés. Par cet attouchement

(a) Diviſion de Reaumur.

mmédiat & ſimultané de la main ou des leux mains ſur les deux boulets, on ouvoit juger aſſez bien du moment où ces oulets étoient également froids; cette maière ſimple eſt non-ſeulement plus aiſée ue le thermomètre qu'il eût été difficile l'appliquer ici, mais elle eſt encore plus réciſe, parce qu'il ne s'agit que de juger le l'égalité & non pas de la proportion de la chaleur, & que nos ſens ſont meilleurs uges que les inſtrumens de tout ce qui eſt abſolument égal ou parfaitement ſemblable. Au reſte, il eſt plus aiſé de reconnoître l'inſtant où les boulets ceſſent de brûler que celui où ils ſe ſont refroidis à la température actuelle, parce qu'une ſenſation vive eſt toujours plus préciſe qu'une ſenſation tempérée, attendu que la première nous affecte d'une manière plus forte.

3.° Comme le plus ou le moins de poli ou de brut ſur le même corps fait beaucoup à la ſenſation du toucher, & qu'un corps poli ſemble être plus froid s'il eſt froid, & plus chaud s'il eſt chaud, qu'un corps brut de même matière, quoiqu'ils le ſoient tous deux également, j'ai eu ſoin que les

boulets froids fuſſent bruts & ſemblables à ceux qui avoient été chauffés dont la ſurface étoit ſemée de petites éminences produites par l'action du feu.

EXPÉRIENCES.

I.

Le boulet d'un demi-pouce a été chauffé à blanc en 2 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 12 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 39 minutes.

II.

Le boulet d'un pouce a été chauffé à blanc en 5 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 35 minutes $\frac{1}{2}$.

Refroidi au point de la température actuelle en 1 heure 33 minutes.

III.

Le boulet d'un pouce & demi a été chauffé à blanc en 9 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 58 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 2 heures 25 minutes.

IV.

Le boulet de 2 pouces a été chauffé à blanc en 13 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 1 heure 20 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 3 heures 16 minutes.

V.

Le boulet de deux pouces & demi a été chauffé à blanc en 16 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en une heure 42 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 4 heures 30 minutes.

VI.

Le boulet de 3 pouces a été chauffé à blanc en 19 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 7 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 8 minutes.

VII.

Le boulet de 3 pouces & demi a été chauffé à blanc en 23 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 36 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 56 minutes.

VIII.

Le boulet de 4 pouces a été chauffé à blanc en 27 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 2 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 6 heures 55 minutes.

IX.

Le boulet de 4 pouces & demi a été chauffé à blanc en 31 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 25 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 7 heures 46 minutes.

X.

Le boulet de 5 pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 52 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 8 heures 42 minutes.

La différence la plus conſtante que l'on puiſſe prendre entre chacun des termes qui expriment le temps du refroidiſſement, depuis l'inſtant où l'on tire les boulets du feu, juſqu'à celui où on peut les toucher ſans ſe brûler, ſe trouve être de vingt-quatre minutes; car en ſuppoſant

aque terme augmenté de vingt-quatre, i aura

2′, 36′, 60′, 84′, 108′, 132′, 156′, 30′, 204′, 228′.

Et la suite des temps réels de ces refroi-ssemens trouvés par les expériences écédentes, est

2′, 35′ $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 82′, 205′, 232′.

Ce qui approche de la première autant ue l'expérience peut approcher du calcul.

De même la différence la plus constante ue l'on puisse prendre entre chacun des rmes du refroidissement jusqu'à la tem-érature actuelle, se trouve être de 54 inutes; car en supposant chaque terme ugmenté de 54, on aura

9′, 93′, 147′, 201′, 255′, 309′, 363′, 17′, 471′, 525′.

Et la suite des temps réels de ce refroi-lissement, trouvés par les expériences précédentes, est

39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

Ce qui approche auſſi beaucoup de l
première ſuite ſuppoſée.

J'ai fait une ſeconde & une troiſièm
fois les mêmes expériences ſur les même
boulets; mais j'ai vu que je ne pouvo
compter que ſur les premières, parce qu
je me ſuis aperçu qu'à chaque fois qu'o
chauffoit les boulets, ils perdoient con
ſidérablement de leur poids; car

Le boulet d'un demi-pouce après avoir ét
chauffé trois fois, avoit perdu environ la di
huitième partie de ſon poids.

Le boulet d'un pouce après avoir ét
chauffé trois fois, avoit perdu environ l
ſeizième partie de ſon poids.

Le boulet d'un pouce & demi après avoi
été chauffé trois fois, avoit perdu la quinzièm
partie de ſon poids.

Le boulet de deux pouces après avoir ét
chauffé trois fois, avoit perdu à peu-près l
quatorzième partie de ſon poids.

Le boulet de deux pouces & demi après
avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à
peu-près la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de trois pouces après avoir été
chauffé trois fois, avoit perdu à peu-près la
treizième partie de ſon poids.

Le boulet de trois pouces & demi après

oir été chauffé trois fois, avoit perdu encore peu plus de la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de quatre pouces après avoir été auffé trois fois, avoit perdu la douzième rtie & demie de ſon poids.

Le boulet de quatre pouces & demi après oir été chauffé trois fois, avoit perdu un u plus de la douzième partie & demie de n poids.

Le boulet de cinq pouces après avoir été auffé trois fois, avoit perdu à très-peu-près douzième partie de ſon poids, car il peſoit ant d'avoir été chauffé, vingt livres dix ces un gros 59 grains *(a)*.

On voit que cette perte ſur chacun

(a) Je n'ai pas eu occaſion de faire les mêmes périences ſur des boulets de fonte de fer; mais . de Montbeillard, Lieutenant-colonel du régi- ent Royal-Artillerie, m'a communiqué la note ivante qui y ſupplée parfaitement. On a peſé ufieurs boulets avant de les chauffer, qui ſe ſont ouvés du poids de vingt-ſept livres & plus. près l'opération ils ont été réduits à vingt-quatre vres & un quart & vingt-quatre livres & demie. On a vérifié ſur une grande quantité de boulets, ue plus on les a chauffés & plus ils ont augmenté e volume & diminué de poids; enfin ſur quarante ille boulets chauffés & râpés pour les réduire au alibre des canons, on a perdu dix mille, c'eſt--dire, un quart, en ſorte qu'à tous égards cette ratique eſt mauvaiſe.

des boulets eſt extrêmement conſidérabl
& qu'elle paroît aller en augmentant
meſure que les boulets ſont plus gro
ce qui vient, à ce que je préſume, de
que l'on eſt obligé d'appliquer le fe
violent d'autant plus long-temps que l
corps ſont plus grands; mais en tout cet
perte de poids, non-ſeulement eſt occ
ſionnée par le détachement des parties
la ſurface qui ſe réduiſent en ſcories,
qui tombent dans le feu; mais encore p
une eſpèce de deſsèchement ou de calc
nation intérieure qui diminue la peſante
des parties conſtituantes du fer; en ſor
qu'il paroît que le feu violent rend le f
ſpécifiquement plus léger à chaque fo
qu'on le chauffe. Au reſte j'ai trouvé p
des expériences ultérieures, que cette d
minution de peſanteur varie beaucoup
ſelon la différente qualité du fer.

Ayant donc fait faire ſix nouveau
boulets depuis un demi-pouce juſqu
trois pouces de diamètre, & du mêm
poids que les premiers; j'ai trouvé l
mêmes progreſſions tant pour l'entrée qu
pour la ſortie de la chaleur, & je m
ſuis aſſuré que le fer s'échauffe & ſ

froidit en effet comme je viens de
xpoſer.

Un paſſage de Newton *(b)* a donné
iſſance à ces expériences.

Globus ferri candentis, digitum unum
tus, calorem ſuum omnem ſpatio horæ unius
aëre conſiſtens, vix amitteret. Globus
item major calorem diutius conſervaret in
tione diametri, propterea quòd ſuperficies
d cujus menſuram per contactum aëris am-
entis refrigeratur) in illâ ratione minor eſt
o quantitate materiæ ſuæ calidæ inclaſæ.
leoque globus ferri candentis huic terræ æqua-
, id eſt, pedes plus minus 4 0 0 0 0 0 0 0
tus, diebus totidem & idcirco annis
0 0 0 0, vix refrigeſceret. Suſpicor tamen
òd duratio caloris ob cauſas latentes au-
atur in minori ratione quàm eâ diametri;
optarîm rationem veram per experimenta
veſtigari.

Newton deſiroit donc qu'on fît les
xpériences que je viens d'expoſer, & je
.e ſuis déterminé à les tenter non-ſeule-
ient parce que j'en avois beſoin pour
es vues ſemblables aux ſiennes, mais

(b) Princip. mathém. *Lond. 1726, page 509.*

encore parce que j'ai cru m'apercevo
que ce grand homme pouvoit s'êt
trompé, en diſant que la durée de
chaleur devoit n'augmenter, par l'eff
des cauſes cachées, qu'en *moindre* raiſc
que celle du diamètre; il m'a paru
contraire en y réfléchiſſant, que c
cauſes cachées ne pouvoient que rend
cette raiſon plus grande au lieu de
faire plus petite.

Il eſt certain, comme le dit Newto
qu'un globe plus grand conſerveroit
chaleur plus long-temps qu'un plus pe
en raiſon du diamètre, ſi on ſuppoſ
ces globes compoſés d'une matière p
faitement perméable à la chaleur; en ſo
que la ſortie de la chaleur fût abſolume
libre, & que les particules ignées
trouvaſſent aucun obſtacle qui pût
arrêter ni changer le cours de leur dire
tion: ce n'eſt que dans cette ſuppoſiti
mathématique, que la durée de la chale
ſeroit en effet en raiſon du diamètre; m
les cauſes cachées, dont parle Newto
& dont les principales ſont les obſtac
qui réſultent de la perméabilité non ab
lue, imparfaite & inégale de toute matiè
ſolic

olide, au lieu de diminuer le temps de
durée de la chaleur, doivent au con-
aire l'augmenter; cela m'a paru si clair,
ême avant d'avoir tenté mes expériences,
ue je serois porté à croire que Newton
ui voyoit clair aussi jusque dans les choses
ême qu'il ne faisoit que soupçonner,
'est pas tombé dans cette erreur, & que
mot *minori ratione* au lieu de *majori*,
'est qu'une faute de sa main ou de celle
un copiste, qui s'est glissée dans toutes
s éditions de son ouvrage, du moins
ns toutes celles que j'ai pu consulter:
a conjecture est d'autant mieux fondée
ue Newton paroît dire ailleurs, préciséent le contraire de ce qu'il dit ici; c'est
ns la onzième question de son Traité
Optique *(d)*; « les corps d'un grand
olume, dit-il, ne conservent-ils pas «
us long-temps (Nota. *Ce mot* PLUS «
ONG-TEMPS, *ne peut signifier ici* «
'*en raison plus grande que celle du dia-* «
tre) leur chaleur, parce que leurs «
rties s'échauffent réciproquement! & «
corps vaste, dense & fixe étant une «

(d) Traduction de Coste.

» fois échauffé au-delà d'un certain degré,
» ne peut-il pas jeter de la lumière en
» telle abondance, que par l'émiſſion &
» la réaction de ſa lumière, par les ré-
» flexions & les réfractions de ſes rayons
» au-dedans de ſes pores, il devienne
» toujours plus chaud juſqu'à ce qu'i
» parvienne à un certain degré de chaleu
» qui égale la chaleur du Soleil? & l
» Soleil & les Etoiles fixes, ne ſont-c
» pas de vaſtes terres violemment échauf
» fées dont la chaleur ſe conſerve par l
» groſſeur de ces corps, & par l'actio
» & la réaction réciproque entr'eux & l
» lumière qu'ils jettent, leurs parties éta
» d'ailleurs empêchées de s'évaporer e
» fumée, non-ſeulement par leur fixit
» mais encore par le vaſte poids &
» grande denſité des atmoſphères qui p
» ſant de tous côtés, les compriment trè
» fortement & condenſent les vapeurs
» les exhalaiſons qui s'élèvent de c
corps-là! »

Par ce paſſage, on voit que Newto
non-ſeulement eſt ici de mon avis ſur
durée de la chaleur qu'il ſuppoſe
raiſon plus grande que celle du diamèt

nais encore qu'il renchérit beaucoup sur ette augmentation, en disant qu'un grand orps, par cela même qu'il est grand, eut augmenter sa chaleur.

Quoi qu'il en soit, l'expérience a leinement confirmé ma pensée. La durée e la chaleur ou, si l'on veut, le temps mployé au refroidissement du fer n'est oint en plus *petite*, mais en plus *grande* ison que celle du diamètre ; il n'y a our s'en assurer qu'à comparer les pro- ressions suivantes.

DIAMÈTRES.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 emi-pouces.

Temps du premier refroidissement, sup- osés en raison du diamètre.

2′, 24′, 36′, 48′, 60′, 72′, 84′, 96′, 08′, 120 minutes.

Temps réels de ce refroidissement, ouvés par l'expérience;

2′, 35′ $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 32′, 205′, 232′.

Temps du second refroidissement, sup- sés en raison du diamètre.

39′, 78′, 117′, 156′, 195′, 234′, 273′, 312′, 351′, 390′.

Temps réels de ce ſecond refroidiſſement, trouvés par l'expérience ;

39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

On voit, en comparant ces progreſſions terme à terme, que dans tous les cas la durée de la chaleur, non-ſeulement n'eſt pas en raiſon plus petite que celle du diamètre, (comme il eſt écrit dans Newton), mais qu'au contraire cette durée eſt en raiſon conſidérablement plus grande.

Le docteur Martine qui a fait un bon ouvrage ſur les thermomètres, rapporte ce paſſage de Newton, & il dit, qu'il avoit commencé de faire quelques expériences qu'il ſe propoſoit de pouſſer plus loin qu'il croit que l'opinion de Newton eſt conforme à la vérité, & que les corps ſemblables conſervent en effet la chaleur dans la proportion de leurs diamètres; mais que quant au doute que Newton forme ſi dans les grands corps cette proportion n'eſt pas *moindre* que celle des diamètres il ne le croit pas ſuffiſamment fondé. L

docteur Martine avoit raison à cet égard ; mais en même temps il avoit tort de croire d'après Newton, que tous les corps semblables solides ou fluides, conservent leur chaleur en raison de leurs diamètres ; il rapporte à la vérité des expériences faites avec de l'eau dans des vases de porcelaine, par lesquelles il trouve que les temps du refroidissement de l'eau sont presque proportionnels aux diamètres des vases qui la contiennent ; mais nous venons de voir que c'est par cette raison même que dans les corps solides la chose se passe différemment, car l'eau doit être regardée comme une matière presque entièrement perméable à la chaleur, puisque c'est un fluide homogène, & qu'aucunes de ses parties ne peuvent faire obstacle à la circulation de la chaleur : ainsi, quoique les expériences du docteur Martine donnent à peu-près la raison du diamètre pour le refroidissement de l'eau, on ne doit en rien conclure pour le refroidissement des corps solides.

Maintenant, si l'on vouloit chercher avec Newton, combien il faudroit de temps à un globe gros comme la Terre

pour ſe refroidir, on trouveroit d'après les expériences précédentes, qu'au lieu de cinquante mille ans qu'il aſſigne pour le temps du refroidiſſement de la Terre juſqu'à la température actuelle, il faudroit déjà quarante-deux mille neuf cents ſoixante-quatre ans & deux cents vingt-un jours pour la refroidir, ſeulement juſqu'au point où elle ceſſeroit de brûler, & quatre-vingt-ſeize mille ſix cents ſoixante-dix ans & cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle.

Car la ſuite des diamètres des globes étant

1, 2, 3, 4, 5 ..... *N* demi-pouces,

celle des temps du refroidiſſement juſqu'au pouvoir toucher les globes ſans ſe brûler ſera

12, 36, 60, 84, 108....24 *N* — 12 mil

Et le diamètre de la Terre étant de 2865 lieues, de 25 au degré, ou de 6537930 toiſes de 6 pieds.

En faiſant la lieue de 2282 toiſes,

ou de..... 39227580 pieds,

ou de..... 941461920 demi-pouces

Nous avons $N = 941461920$ demi-pouc.

Et $24N - 12 = 22595086068$ min. c'eſt-à-dire quarante-deux mille neuf cents ſoixante-quatre ans & deux cents vingt-un ours pour le temps néceſſaire au refroiliſſement d'un globe gros comme la Terre, eulement juſqu'au point de pouvoir le oucher ſans ſe brûler.

Et de même la ſuite des temps du efroidiſſement juſqu'à la température ctuelle, ſera

$39', 93', 147', 201', 255' \ldots 54N - 15'$.

Et comme N eſt toujours $= 941461920$ lemi-pouces, nous aurons $54N - 15 =$ 5083894366 2 minutes, c'eſt-à-dire, uatre-vingt-ſeize mille ſix cents ſoixante-ix ans & cent trente-deux jours pour le emps néceſſaire au refroidiſſement d'un globe gros comme la Terre au point de a température actuelle.

Seulement on pourroit croire que celui lu refroidiſſement de la Terre devroit ncore être conſidérablement augmenté, arce que l'on imagine que le refroidiſſe-ient ne s'opère que par le contact de l'air,

& qu'il y a une grande différence entre le temps du refroidissement dans l'air & le temps du refroidissement dans le vide; & comme l'on doit supposer que la terre & l'air se seroient en même temps refroidis dans le vide, on dira qu'il faut faire état de ce surplus de temps; mais il est aisé de faire voir que cette différence est très-peu considérable, car quoique la densité du milieu dans lequel un corps se refroidit, fasse quelque chose sur la durée du refroidissement; cet effet est bien moindre qu'on ne pourroit l'imaginer, puisque dans le mercure qui est onze mille fois plus dense que l'air, il ne faut pour refroidir les corps qu'on y plonge qu'environ neuf fois autant de temps qu'il en faut pour produire le même refroidissement dans l'air.

La principale cause du refroidissemen n'est donc pas le contact du milieu ambiant, mais la force expansive qui anim les parties de la chaleur & du feu, q les chasse hors des corps où elles résiden & les pousse directement du centre à l circonférence.

En comparant, dans les expérience

précédentes, les temps employés à chauffer les globes de fer, avec les temps néceſſaires pour les refroidir; on verra qu'il faut environ la ſixième partie & demie du temps pour les chauffer à blanc, de ce qu'il en faut pour les refroidir au point de pouvoir les tenir à la main, & environ la quinzième partie & demie du temps qu'il faut pour les refroidir au point de la température actuelle *(e)*; en ſorte qu'il y a encore une très-grande correction à faire dans le texte de Newton, ſur l'eſtime qu'il fait de la chaleur que le Soleil a communiquée à la Comète de 1680; car cette Comète n'ayant été expoſée à la violente chaleur du Soleil que pendant un petit temps, elle n'a pu la recevoir qu'en proportion de ce temps,

(e) Nota. Le boulet d'un pouce & celui d'un demi-pouce ſur-tout, ont été chauffés en bien moins de temps, & ne ſuivent point cette proportion de quinze & demi à un, & c'eſt par la raiſon qu'étant très-petits & placés dans un grand feu, la chaleur les pénétroit, pour ainſi dire, tout-à-coup; mais à commencer par les boulets d'un pouce & demi de diamètre, la proportion que j'établis ici ſe trouve aſſez exacte pour qu'on puiſſe y compter.

& non pas en entier comme Newton paroît le ſuppoſer dans le paſſage que je vais rapporter :

Eſt calor Solis ut radiorum denſitas, hoc eſt reciprocè ut quadratum diſtantiæ locorum a Sole. Ideoque cùm diſtantia cometæ a centro Solis decemb. 8, ubi in perihelio verſabatur, eſſet ad diſtantiam terræ a centro Solis ut 6 ad 10000 circiter, calor Solis apud cometam eo tempore erat ad calorem Solis æſtivi apud nos ut 1000000 ad 36 ſeu 28000 ad 1. Sed calor aquæ ebullientis eſt quaſi triplò major quàm calor quem terra arida concipit ad æſtivum Solem ut expertus ſum, &c. Calor ferri candentis (ſi rectè conjector) quaſi triplò vel quadruplo major quàm calor aquæ ebullientis; ideoque calor quem terra arida apud Cometam in perihelio verſantem ex radiis ſolaribus concipere poſſet, quaſi 2000 vicibus major quàm calor ferri candentis. Tanto autem calore vapores & exhalationes, omniſque materia volatilis ſtatim conſumi ac diſſipari debuiſſent.

Cometa igitur in perihelio ſuo calorem immenſum ad Solem concepit & calore illum diutiſſimè conſervare poteſt.

Je remarquerai d'abord, que Newton fait ici la chaleur du fer rougi beaucoup moindre qu'elle n'eſt en effet, & qu'il le dit lui-même dans un Mémoire qui a pour titre, *Échelle de la chaleur*, & qu'il a publié dans les Tranſactions philoſophiques de 1701, c'eſt-à-dire, pluſieurs années après la publication de ſon *Livre des Principes*. On voit dans ce Mémoire qui eſt excellent, & qui renferme le germe de toutes les idées ſur leſquelles on a depuis conſtruit les thermomètres; on y voit, dis-je, que Newton après des expériences très-exactes, fait la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du Soleil d'été, celle de l'étain fondant ſix fois plus grande, celle du plomb fondant huit fois plus grande, celle du régule fondant douze fois plus grande, & celle d'un feu de cheminée ordinaire, ſeize ou dix-ſept fois plus grande que celle du Soleil d'été; & de-là on ne peut s'empêcher de conclure que la chaleur du fer rougi à blanc ne ſoit encore bien plus grande, puiſqu'il faut un feu conſtamment animé par le ſoufflet pour chauffer le fer à ce point.

Newton paroît lui-même le ſentir, & donner à entendre que cette chaleur du fer rougi, paroît être ſept ou huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante; ainſi il faut, ſuivant Newton lui-même, changer trois mots au paſſage précédent, & lire, *calor ferri candentis eſt quaſi triplò (ſeptuplò) vel quadruplò (octuplò) major quàm calor aquæ ebullientis; ideoque calor apud Cometam in perihelio verſantem quaſi 2000 (1000) vicibus major quàm calor ferri candentis.* Cela diminue de moitié la chaleur de cette Comète, comparée à celle du fer rougi à blanc.

Mais cette diminution qui n'eſt que relative, n'eſt rien en elle-même ni rien en comparaiſon de la diminution réelle & très-grande qui réſulte de notre première conſidération, il faudroit pour que la Comète eût reçu cette chaleur mille fois plus grande que celle du fer rougi qu'elle eût ſéjourné pendant un temps très-long dans le voiſinage du Soleil, au lieu qu'elle n'a fait que paſſer très-rapidement, ſurtout à la plus petite diſtance, ſur laquelle ſeule néanmoins Newton établit ſon calcul de comparaiſon. Elle étoit le 8 décembre

1680 à $\frac{6}{1000}$ de la distance de la Terre au centre du Soleil ; mais la veille ou le lendemain, c'est-à-dire vingt-quatre heures avant & vingt-quatre heures après, elle étoit déjà à une distance six fois plus grande, & où la chaleur étoit par conséquent trente-six fois moindre.

Si l'on vouloit donc connoître la quantité de cette chaleur communiquée à la Comète par le Soleil, voici comment on pourroit faire cette estimation assez juste, & en faire en même temps la comparaison avec celle du fer ardent, au moyen de mes expériences.

Nous supposerons comme un fait que cette Comète a employé six cents soixante-six heures à descendre du point où elle étoit encore éloignée du Soleil d'une distance égale à celle de la Terre à cet astre, auquel point la Comète recevoit par conséquent une chaleur égale à celle que la Terre reçoit du Soleil, & que je prends ici pour l'unité ; nous supposerons de même que la Comète a employé six cents soixante-six autres heures à remonter du point le plus bas de son périhélie à cette même distance ; & supposant aussi

ſon mouvement uniforme, on verra que la Comète étant au point le plus bas de ſon périhélie, c'eſt-à-dire, à $\frac{6}{1000}$ de diſtance de la Terre au Soleil, la chaleur qu'elle a reçue dans ce moment étoit vingt-ſept mille ſept cents ſoixante-ſeize fois plus grande que celle que reçoit la Terre : en donnant à ce moment une durée de 80 minutes, ſavoir, 40 minutes en deſcendant, & 40 minutes en montant on aura :

À 6 de diſtance, 27776 de chaleur pendant 80 minutes.

À 7 de diſtance, 20408 de chaleur auſſi pendant 80 minutes.

À 8 de diſtance, 15625 de chaleur toujours pendant 80', & ainſi de ſuite juſqu'à la diſtance 1000 où la chaleur eſt 1. En ſommant toutes les chaleurs à chaque diſtance, on trouvera 363410 pour le total de la chaleur que la Comète a reçue du Soleil, tant en deſcendant qu'en remontant, qu'il faut multiplier par le temps, c'eſt-à-dire, par $\frac{4}{3}$ d'heure; on aura donc 484547 qu'on diviſera par 2000 qui repréſente la chaleur totale que la Terre a reçue dans ce même temps de

332 heures, puiſque la diſtance eſt toujours 1000, & la chaleur toujours = 1 ; ainſi l'on aura 242 $\frac{547}{2000}$ pour la chaleur que la Comète a reçue de plus que la Terre pendant tout le temps de ſon périhélie, au lieu de 28000 comme Newton le ſuppoſe, parce qu'il ne prend que le point extrême, & ne fait nulle attention à la très-petite durée du temps.

Et encore faudroit-il diminuer cette chaleur 242 $\frac{547}{2000}$, parce que la Comète parcouroit, par ſon accélération, d'autant plus de chemin dans le même temps qu'elle étoit plus près du Soleil.

Mais en négligeant cette diminution, & en admettant que la Comète a en effet reçu une chaleur à peu-près deux cents quarante-deux fois plus grande que celle de notre Soleil d'été, & par conſéquent 17 $\frac{2}{7}$ fois plus grande que celle du fer ardent, ſuivant l'eſtime de Newton, ou ſeulement dix fois plus grande ſuivant la correction qu'il faut faire à cette eſtime ; on doit ſuppoſer que pour donner une chaleur dix fois plus grande que celle du fer rougi, il faudroit dix fois pus de temps, c'eſt-à-dire, 133 20 heures au

lieu de 1332. Par conſéquent on peu comparer à la Comète un globe de fe qu'on auroit chauffé à un feu de forge pendant 13320 heures pour pouvoir l rougir à blanc.

Or, on voit par mes expériences que la ſuite des temps néceſſaires pou chauffer des globes dont les diamètre croiſſent, comme

1, 2, 3, 4, 5..... n demi-pouces eſt à très-peu-près

$2', 5'\frac{1}{2}, 9', 12'\frac{1}{2}, 16'... \frac{7^n-3}{2}$ min

On aura donc $\frac{7^n-3}{2} = 799200$ min

D'où l'on tirera $n = 228342$ demi pouces.

Ainſi avec le feu de forge, on n pourroit chauffer à blanc en 799200 min ou 13320 heures, qu'un globe dont l diamètre ſeroit de 228342 demi-pouces & par conſéquent il faudroit pour qu toute la maſſe de la Comète ſoit échauffé au point du fer rougi à blanc, pendan le peu de temps qu'elle a été expoſé aux ardeurs du Soleil, qu'elle n'eût e que 228342 demi-pouces de diamètre & ſuppoſer encore qu'elle eût été frappé

e tous côtés & en même temps par lumière du Soleil. D'où il réſulte que on la ſuppoſe plus grande, il faut éceſſairement ſuppoſer plus de temps ans la même raiſon de n à $\frac{7^n-3}{2}$; en orte, par exemple, que ſi l'on veut ppoſer la Comète égale à la Terre, on ura $n = 941461920$ demi-pouces, & $\frac{7^n-3}{2} = 3295116718$ minutes, c'eſt-dire, qu'au lieu de 13320 heures, en faudroit 5491812, ou ſi l'on veut, u lieu d'un an 190 jours, il faudroit 269 ans pour chauffer à blanc un globe ros comme la Terre; & par la même aiſon, il faudroit que la Comète, au eu de n'avoir ſéjourné que 1332 heures u 55 jours 12 heures dans tout ſon érihélie, y eût demeuré pendant 392 ns. Ainſi les Comètes, lorſqu'elles approchent du Soleil, ne reçoivent pas me chaleur immenſe, ni très-long-temps durable, comme le dit Newton, & comme on ſeroit porté à le croire à la première vue; leur ſéjour eſt ſi court dans le voiſinage de cet aſtre, que leur maſſe n'a

pas le temps de s'échauffer, & qu'il n'y guère que la partie de la ſurface, expoſé au Soleil, qui ſoit brûlée par ces inſtar de chaleur extrême, laquelle en calcinar & volatiliſant la matière de cette ſurfac la chaſſe au-dehors en vapeurs & e pouſſière du côté oppoſé au Soleil; ce qu'on appelle *la queue d'une Comète* n'eſt autre choſe que la lumière mên du Soleil rendue ſenſible, comme dar une chambre obſcure, par ces atom que la chaleur pouſſe d'autant plus loi qu'elle eſt plus violente.

Mais une autre conſidération bien diffé rente de celle-ci & encore plus importante c'eſt que pour appliquer le réſultat c nos expériences & de notre calcul à l Comète & à la Terre, il faut les ſuppoſe compoſées de matières qui demanderoier autant de temps que le fer pour ſe refroidi tandis que dans le réel, les matières prin cipales dont le globe terreſtre eſt compoſé telles que les glaiſes, les grès, les pierres &c. doivent ſe refroidir en bien moins d temps que le fer.

Pour me ſatisfaire ſur cet objet, j'a fait faire des globes de glaiſe & de grès

. les ayant fait chauffer à la même forge ıfqu'à les faire rougir à blanc, j'ai trouvé ue les boulets de glaiſe de deux pouces : ſont refroidis au point de pouvoir les enir dans la main en trente-huit minutes, eux de deux pouces & demi en quarante-uit minutes, & ceux de trois pouces en oixante minutes, ce qui étant comparé vec le temps du refroidiſſement des oulets de fer de ces mêmes diamètres le deux pouces, deux pouces & demi & ois pouces, donne les rapports de 38 80 pour deux pouces, 48 à 102 pour eux pouces & demi, & 60 à 127 pour rois pouces, ce qui fait un peu moins le 1 à 2; en ſorte que pour le refroi-liſſement de la glaiſe, il ne faut pas la noitié du temps qu'il faut pour celui lu fer.

J'ai trouvé de même que les globes de grès de deux pouces ſe ſont refroidis au oint de les tenir dans la main en quarante-inq minutes, ceux de deux pouces & demi en cinquante-huit minutes, & ceux le trois pouces en ſoixante-quinze minutes; ce qui étant comparé avec le temps du efroidiſſement des boulets de fer de ces

mêmes diamètres, donne les rapports
46 à 80 pour deux pouces, de 58 à 10
pour deux pouces & demi, & de 75
127, pour trois pouces, ce qui fait
très-peu-près la raison de 9 à 5 ; en sor
que pour le refroidissement du grès,
faut plus de la moitié du temps qu'il fa
pour celui du fer.

J'observerai au sujet de ces expérience
que les globes de glaise chauffés à f
blanc, ont perdu de leur pesanteur enco
plus que les boulets de fer, & jusqu'à
neuvième ou dixième partie de leur poid
au lieu que le grès chauffé au même feu
ne perd presque rien du tout de son poid
quoique toute la surface se couvre d'e
mail & se réduise en verre. Comme c
petit fait m'a paru singulier, j'ai répé
l'expérience plusieurs fois, en faisant mêm
pousser le feu & le continuer plus long
temps que pour le fer; & quoiqu'il n
fallût guère que le tiers du temps pou
rougir le grès, de ce qu'il en falloit pou
rougir le fer; je l'ai tenu à ce feu l
double & le triple du temps, pour voi
s'il perdroit davantage, & je n'ai trouv
que de très-légères diminutions; car l

obe de deux pouces, chauffé pendant
uit minutes, qui pesoit sept onces deux
os trente grains avant d'être mis au feu,
a perdu que quarante-un grains, ce
ui ne fait pas la centième partie de son
oids; celui de deux pouces & demi,
ui pesoit quatorze onces deux gros huit
ains, ayant été chauffé pendant douze
inutes, n'a perdu que la cent cinquante-
uatrième partie de son poids; & celui
e trois pouces qui pesoit vingt-quatre
nces cinq gros treize grains, ayant été
auffé pendant dix-huit minutes, c'est-
dire, à peu-près autant que le fer, n'a
erdu que soixante-dix-huit grains, ce
ui ne fait que la cent quatre-vingt-unième
rtie de son poids. Ces pertes sont si
etites qu'on pourroit les regarder comme
ulles, & assurer en général que le grès
ur ne perd rien de sa pesanteur au feu;
ur il m'a paru que ces petites diminutions
ue je viens de rapporter, ont été occa-
onnées par les parties ferrugineuses qui se
nt trouvées dans ces grès, & qui ont
té en partie détruites par le feu.

Une chose plus générale & qui mérite
ien d'être remarquée, c'est que les durées

de la chaleur dans différentes matière
expoſées au même feu pendant un temp
égal, ſont toujours dans la même pro-
portion, ſoit que le degré de chaleur ſoi
plus grand ou plus petit; en ſorte, pa
exemple, que ſi on chauffe le fer, le grè
& la glaiſe à un feu violent, & tel qu'i
faille quatre-vingts minutes pour refroidi
le fer au point de pouvoir le toucher
quarante-ſix minutes pour refroidir le grè
au même point, & trente-huit pou
refroidir la glaiſe; & qu'à une chaleu
moindre il ne faille, par exemple, que dix
huit minutes pour refroidir le fer à ce mêm
point de pouvoir le toucher avec la main
il ne faudra proportionnellement qu'u
peu plus de dix minutes pour refroidir l
grès, & environ huit minutes & demi
pour refroidir la glaiſe à ce même point.

J'ai fait de ſemblables expériences ſu
des globes de marbre, de pierre, d
plomb & d'étain, à une chaleur telle ſeu-
lement que l'étain commençoit à fondre
& j'ai trouvé que le fer ſe refroidiſſan
en dix-huit minutes au point de pouvoi
le tenir à la main, le marbre ſe refroidi
au même point en douze minutes, l

:rre en onze, le plomb en neuf, &
tain en huit minutes.

Ce n'eſt donc pas proportionnellement leur denſité, comme on le croit vulgairement *(f)*, que les corps reçoivent & perdent plus ou moins vîte la chaleur; mais dans un rapport bien différent & qui est en raiſon inverſe de leur ſolidité, c'eſt-à-dire, de leur plus ou moins grande *non denſidité;* en ſorte qu'avec la même chaleur il faut moins de temps pour échauffer ou refroidir le fluide le plus denſe, qu'il n'en faut pour échauffer ou refroidir au même degré le ſolide le moins denſe. Je donnerai dans les Mémoires ſuivans le développement entier de ce principe duquel dépend toute la théorie du progrès de la chaleur : mais pour que mon aſſertion ne paroiſſe pas vaine, voici en peu de mots le fondement de cette théorie.

J'ai trouvé par la vue de l'eſprit, que les corps qui s'échaufferoient en raiſon de leurs diamètres, ne pourroient être que

(f) Voyez la Chimie de Boërrhave. *Partie I.re pages 266 & 276, & auſſi 160, 264 & 267.* — Muſſchenbroek, *Eſſais de Phiſique, pages 964 & 969, &c.*

ceux qui seroient parfaitement perméable à la chaleur, & que ce seroient en même temps ceux qui s'échaufferoient ou se refroidiroient en moins de temps. Dès-lors j'ai pensé que les fluides dont toutes les parties ne se tiennent que par un foible lien, approchoient plus de cette perméabilité parfaite que les solides dont les parties ont beaucoup plus de cohésion que celles des fluides.

En conséquence j'ai fait des expériences par lesquelles j'ai trouvé qu'avec la même chaleur tous les fluides, quelque denses qu'ils soient, s'échauffent & se refroidissent plus promptement qu'aucun solide quelque léger qu'il soit; en sorte, par exemple, que le mercure comparé avec le bois s'échauffe beaucoup plus promptement que le bois, quoiqu'il soit quinze ou seize fois plus dense.

Cela m'a fait reconnoître que le progrès de la chaleur dans les corps ne devoit en aucun cas se faire relativement à leur densité; & en effet, j'ai trouvé par l'expérience que tant dans les solides que dans les fluides, ce progrès se fait plutôt en raison de leur fluidité, ou si l'on veu

veut en raiſon inverſe de leur ſolidité.

Comme ce mot *ſolidité* a pluſieurs acceptions, il faut voir nettement le ſens dans lequel je l'emploie ici : *ſolide* & *ſolidité* ſe diſent en Géométrie relativement à la grandeur, & ſe prennent pour le volume du corps ; *ſolidité* ſe dit ſouvent en Phyſique relativement à la denſité, c'eſt-à-dire, à la maſſe contenue ſous un volume donné ; *ſolidité* ſe dit quelquefois encore relativement à la dureté, c'eſt-à-dire, à la réſiſtance que font les corps lorſque nous voulons les entamer ; or ce n'eſt dans aucun de ces ſens, que j'emploie ici ce mot, mais dans une acception qui devroit être la première parce qu'elle eſt la plus propre. J'entends uniquement par *ſolidité* la qualité oppoſée à la fluidité, & je dis que c'eſt en raiſon inverſe de cette qualité que ſe fait le progrès de la chaleur dans la plupart des corps, & qu'ils s'échauffent ou ſe refroidiſſent d'autant plus vîte qu'ils ſont plus fluides, & d'autant plus lentement qu'ils ſont plus ſolides ; toutes les autres circonſtances étant égales d'ailleurs.

Et pour prouver que la ſolidité priſe

dans ce ſens eſt tout-à-fait indépendante de la denſité ; j'ai trouvé par expérience que des matières plus denſes ou moins denſes s'échauffent & ſe refroidiſſent plus promptement que d'autres matières plus ou moins denſes ; que, par exemple, l'or & le plomb qui ſont beaucoup plus denſes que le fer & le cuivre, néanmoins s'échauffent & ſe refroidiſſent beaucoup plus vîte, & que l'étain & le marbre qui ſont au contraire moins denſes, s'échauffent & ſe refroidiſſent auſſi beaucoup plus vîte que le fer & le cuivre, & qu'il en eſt de même de pluſieurs autres matières qui quoique plus ou moins denſes, s'échauffent & ſe refroidiſſent plus promptement que d'autres qui ſont beaucoup moins denſes ou plus denſes ; en ſorte que la denſité n'eſt nullement relative à l'échelle du progrès de la chaleur dans les corps ſolides.

Et pour le prouver de même dans les fluides, j'ai vu que le mercure qui eſt treize ou quatorze fois plus denſe que l'eau, néanmoins s'échauffe & ſe refroidit en moins de temps que l'eau ; & que l'eſprit-de-vin qui eſt moins denſe que l'eau s'échauffe & ſe refroidit auſſi plus

vîte que l'eau; en ſorte que généralement le progrès de la chaleur dans les corps, tant pour l'entrée que pour la ſortie, n'a aucun rapport à leur denſité, & ſe fait principalement en raiſon de leur fluidité, en étendant la fluidité juſqu'au ſolide, c'eſt-à-dire, en regardant la ſolidité comme une *non fluidité*, plus ou moins grande. De-là j'ai cru devoir conclure que l'on connoîtroit en effet le degré réel de fluidité dans les corps, en les faiſant chauffer à la même chaleur; car leur fluidité ſera dans la même raiſon que celle du temps pendant lequel ils recevront & perdront cette chaleur : & il en ſera de même des corps ſolides; ils ſeront d'autant plus ſolides, c'eſt-à-dire, d'autant plus *non fluides*, qu'il leur faudra plus de temps pour recevoir cette même chaleur & la perdre : & cela preſque généralement à ce que je préſume; car j'ai déjà tenté ces expériences ſur un grand nombre de matières différentes, & j'en ai fait une table que j'ai tâché de rendre auſſi complète & auſſi exacte qu'il m'a été poſſible, & qu'on trouvera dans le Mémoire ſuivant.

SECOND MÉMOIRE.

Suite des Expériences ſur le progrès de la chaleur dans les différentes ſubſtances minérales.

J'AI fait faire un grand nombre de globes, tous d'un pouce de diamètre, le plus préciſément qu'il a été poſſible, des matières ſuivantes, qui peuvent repréſenter ici à peu-près le règne minéral.

	onces.	gros.	grains.
Or le plus pur, affiné par les ſoins de M. Tillet, de l'Académie des Sciences, qui a fait travailler ce globe à ma prière, pèſe.....	6.	2.	17.
Plomb, pèſe.....	3.	6.	28.
Argent le plus pur, travaillé de même, pèſe.....	3.	3.	22.
Biſmuth, pèſe.....	3.	0.	3.
Cuivre rouge, pèſe.....	2.	7.	56.
Fer, pèſe.....	2.	5.	10.
Étain, pèſe.....	2.	3.	48.
Antimoine fondu, & qui avoit des petites cavités à ſa ſurface, pèſe.....	2.	1.	34.

	onces.	gros.	grains.
Zinc, pèſe.....	2.	1.	2.
Émeril, pèſe.....	1.	2.	24 $\frac{1}{2}$.
Marbre blanc, pèſe.....	1.	0.	25.
Grès pur, pèſe.....	0.	7.	24.
Marbre commun de Montbard, pèſe.....	0.	7.	20.
Pierre calcaire dure & griſe de Montbard, pèſe.....	0.	7.	20.
Gyps blanc, improprement appelé *Albâtre*, pèſe.....	0.	6.	36.
Pierre calcaire blanche, ſtatuaire, de la carrière d'Anières près de Dijon, pèſe.....	0.	6.	36.
Criſtal-de-roche, il étoit un peu trop petit, & il y avoit pluſieurs défauts & quelques petites fêlures à ſa ſurface; je préſume que ſans cela, il auroit peſé plus d'un gros de plus, il pèſe.....	0.	6.	22.
Verre commun, pèſe.....	0.	6.	21.
Terre glaiſe pure non cuite, mais très-sèche, pèſe.....	0.	6.	16.
Ocre, pèſe.....	0.	5.	9.
Porcelaine de M. le comte de Lauraguais, pèſe.....	0.	5.	2 $\frac{1}{2}$.
Craie blanche, pèſe.....	0.	4.	49.

	onces.	gros.	grains.
Pierre-ponce avec pluſieurs petites cavités à ſa ſurface, pèſe.	0.	1.	69.
Bois de cerifier, qui, quoique plus léger que le chêne & la plupart des autres bois, eſt celui de tous qui s'altère le moins au feu, pèſe.....	0.	1.	55.

Je dois avertir qu'il ne faut pas compter aſſez ſur les poids rapportés dans cette table, pour en conclure la peſanteur ſpécifique exacte de chaque matière, car quelque précaution que j'aie priſe pour rendre les globes égaux, comme il a fallu employer des ouvriers de différens métiers, les uns me les ont rendus trop gros & les autres trop petits. On a diminué ceux qui avoient plus d'un pouce de diamètre, mais quelques-uns qui étoient un tant ſoit peu trop petits, comme ceux de criſtal-de-roche, de verre & de porcelaine, ſont demeurés tels qu'ils étoient : j'ai ſeulement rejeté ceux d'agate, de jaſpe, de porphyre & de jade qui étoient ſenſiblement trop petits. Néanmoins ce degré de préciſion de groſſeur, très-difficile à ſaiſir, n'étoit pas abſolument néceſſaire,

car il ne pouvoit changer que très-peu le réſultat de mes expériences.

Avant d'avoir commandé tous ces globes d'un pouce de diamètre, j'avois expoſé à un même degré de feu, une maſſe quarrée de fer, & une autre de plomb de deux pouces dans toutes leurs dimenſions, & j'avois trouvé par des eſſais réitérés, que le plomb s'échauffoit plus vîte & ſe refroidiſſoit en beaucoup moins de temps que le fer. Je fis la même épreuve ſur le cuivre rouge; il faut auſſi plus de temps pour l'échauffer & pour le refroidir, qu'il n'en faut pour le plomb & moins que pour le fer. En ſorte que de ces trois matières, le fer me parut celle qui eſt la moins acceſſible à la chaleur, & en même temps celle qui la retient le plus long-temps. Ceci me fit connoître que la loi du progrès de la chaleur, c'eſt-à-dire, de ſon entrée & de ſa ſortie dans les corps, n'étoit point du tout proportionnelle à leur denſité, puiſque le plomb qui eſt plus denſe que le fer & le cuivre, s'échauffe néanmoins & ſe refroidit en moins de temps que ces deux autres métaux. Comme cet objet me parut important,

je fis faire mes petits globes, pour m'aſſurer plus exactement, ſur un grand nombre de différentes matières, du progrès de la chaleur dans chacune. J'ai toujours placé les globes à un pouce de diſtance les uns des autres devant le même feu, ou dans le même four, deux ou trois, quatre ou cinq, &c. enſemble pendant le même temps avec un globe d'étain au milieu des autres. Dans la plupart des expériences, je les laiſſois expoſés à la même action du feu, juſqu'à ce que le globe d'étain commençoit à fondre, & dans ce moment on les enlevoit tous enſemble, & on les poſoit ſur une table dans de petites caſes préparées pour les recevoir; je les y laiſſois refroidir ſans les bouger, en eſſayant aſſez ſouvent de les toucher, & au moment qu'ils commençoient à ne plus brûler les doigts, & que je pouvois les tenir dans ma main pendant une demi-ſeconde, je marquois le nombre des minutes qui s'étoient écoulées depuis qu'ils étoient retirés du feu; enſuite je les laiſſois tous refroidir au point de la température actuelle, dont je tâchois de

juger par le moyen d'autres petits globes de même matière qui n'avoient pas été chauffés, & que je touchois en même temps que ceux qui se refroidissoient. De toutes les matières que j'ai mises à l'épreuve, il n'y a que le soufre qui fond à un moindre degré de chaleur que l'étain ; & malgré la mauvaise odeur de sa vapeur, je l'aurois pris pour terme de comparaison, mais comme c'est une matière friable & qui se diminue par le frottement, j'ai préféré l'étain, quoiqu'il exige près du double de chaleur pour se fondre, de celle qu'il faut pour fondre le soufre.

I.

PAR une première expérience, le boulet de plomb & le boulet de cuivre chauffés pendant le même temps, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir dans la main pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température actuelle.*	
	minutes.		minutes.
Plomb, en.....	8.	En.....	23.
Cuivre, en.....	12.	En.....	35.

II.

AYANT fait chauffer ensemble, au

même feu, des boulets de fer, de cuivre, de plomb, d'étain, de grès & de marbre de Montbard, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en.....	$6\frac{1}{2}$.	En.....	16.
Plomb, en.....	8.	En.....	17.
Grès, en.....	9.	En.....	19.
Marbre commun, en	10.	En.....	21.
Cuivre, en.....	$11\frac{1}{2}$.	En.....	30.
Fer, en.....	13.	En.....	38.

III.

PAR une seconde expérience à un feu plus ardent & au point d'avoir fondu le boulet d'étain, les cinq autres boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Plomb, en.....	$10\frac{1}{2}$.	En.....	42.
Grès, en.....	$12\frac{1}{2}$.	En.....	46.
Marbre commun, en	$13\frac{1}{2}$.	En.....	50.
Cuivre, en.....	$19\frac{1}{2}$.	En.....	51.
Fer, en.....	$23\frac{1}{2}$.	En.....	54.

IV.

PAR une troisième expérience, à un degré de feu moindre que le précédent, les mêmes boulets avec un nouveau boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Étain, en.....	$7\frac{1}{2}$.	En.....	25.
Plomb, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	35.
Grès, en.....	$10\frac{1}{2}$.	En.....	37.
Marbre commun, en	12.	En.....	39.
Cuivre, en, ...	14.	En.....	44.
Fer, en.....	17.	En.....	50.

De ces expériences que j'ai faites avec autant de précision qu'il m'a été possible, on peut conclure :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre au point de les tenir : : $53\frac{1}{2} : 45$, & au point de la température : : 142 : 125.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du premier refroidissement du marbre commun : : $53\frac{1}{2} : 35\frac{1}{2}$, & au point de leur refroidissement entier : : 142 : 110.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir :: 53 $\frac{1}{2}$: 32, & : : 142 : 102 $\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir : : 53 $\frac{1}{2}$: 27, & : : 142 : 94 $\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidissement.

V.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du fer à l'étain, j'ai voulu en faire une troisième dans laquelle l'étain s'est refroidi à le tenir dans la main en 8 minutes; & en entier, c'est-à-dire, à la température, en 32 minutes; & le fer s'est refroidi à le tenir sur la main en 18 minutes, & refroidi en entier en 48 minutes; au moyen de quoi la proportion trouvée par trois expériences, est:

1.° Pour le premier refroidissement du fer comparé à celui de l'étain : : 48 : 22, & : : 136 : 73 pour leur entier refroidissement.

2.° Que les temps du refroidiſſement du cuivre, ſont à ceux du refroidiſſement du marbre commun : : 45 : 35 $\frac{1}{2}$ pour le premier refroidiſſement, & : : 125 : 110 pour le refroidiſſement à la température.

3.° Que les temps du refroidiſſement du cuivre ſont à ceux du refroidiſſement du grès : : 45 : 33 pour le premier refroidiſſement, & : : 125 : 102 pour le refroidiſſement à la température actuelle.

4.° Que les temps du refroidiſſement du cuivre ſont à ceux du refroidiſſement du plomb : : 45 : 27 pour le premier refroidiſſement, & : : 125 : 94 $\frac{1}{2}$ pour le refroidiſſement entier.

V I.

COMME il n'y avoit, pour la comparaiſon du cuivre & de l'étain, que deux expériences, j'en ai fait une troiſième, dans laquelle le cuivre s'eſt refroidi, à le tenir dans la main en 18 minutes, & en entier en 49 minutes; & l'étain s'eſt refroidi au premier point en 3 $\frac{1}{2}$ minutes, & au dernier en 30 minutes; d'où l'on peut conclure :

1.° Que le temps du refroidiſſement

du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : $43\frac{1}{2} : 22\frac{1}{2}$, & : : 123 : 71 pour leur entier refroidissement.

2.° On peut de même conclure des expériences précédentes, que le temps du refroidissement du marbre commun, est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir : : $36\frac{1}{2} : 32$, & : : 110 : 102 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissemen du marbre commun est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoi les tenir : : $36\frac{1}{2} : 28$, & : : 110 : 94 pour le refroidissement entier.

VII.

Comme il n'y avoit pour la comparaison du marbre commun & de l'étai que deux expériences, j'en ai fait un troisième dans laquelle l'étain s'est refroidi à le tenir dans la main en 9 minutes, é le marbre en 11 minutes; & l'étain s'e refroidi en entier en $22\frac{1}{2}$ minutes, & l marbre en 33 minutes. Ainsi les temp du refroidissement du marbre, sont à ceu

lu refroidiſſement de l'étain, comme 33 ſt à 24 $\frac{1}{2}$ pour le premier refroidiſſement, x : : 93 : 64 pour le ſecond refroiliſſement.

VIII.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaiſon du grès & lu plomb avec l'étain, j'en ai fait une roiſième en faiſant chauffer enſemble es trois boulets de grès, de plomb & l'étain qui ſe ſont refroidis dans l'ordre uivant :

efroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
ain, en.....	$7\frac{1}{2}$.	En.....	23.
omb, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	27.
ès, en.....	$10\frac{1}{2}$.	En.....	28.

Ainſi on peut en conclure :

1.° Que le temps du refroidiſſement lu plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les enir : : $25\frac{1}{2}$: $21\frac{1}{2}$, & : : $79\frac{1}{2}$: 64 pour e refroidiſſement entier.

2.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement de l'étain,

au point de pouvoir les tenir : : 30 : 21 $\frac{1}{2}$, & : : 84 : 64 pour leur entier refroidiſſement :

3.° De même on peut conclure par les quatre expériences précédentes, que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 42 $\frac{1}{2}$: 35 $\frac{1}{2}$ & : : 130 : 121 $\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidiſſement.

IX.

Dans un four chauffé au point de fondre l'étain, quoique toute la braiſe & les cendres en euſſent été retirées, j'ai fait placer ſur un ſupport de fer-blanc traverſé de fil-de-fer, cinq boules éloignés les uns des autres d'environ 9 lignes, après quoi on a fermé le four & les ayant retirés au bout de 15 minutes, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température*
	minutes.	mi
Étain fondu par ſa partie d'en bas, en.	8.	En..... 2
Argent, en.....	14.	En..... 4

efroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
', en.....	15.	En.....	46.
livre, en.....	16½.	En.....	50.
r, en.....	18.	En.....	56.

X.

DANS le même four, mais à un moindre degré de chaleur, les mêmes boulets avec un autre boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

efroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
tin, en.....	7.	En.....	20.
gent, en.....	11.	En.....	31.
', en.....	12½.	En.....	40.
livre, en.....	14.	En.....	43.
', en.....	16½.	En.....	47.

XI.

DANS le même four & à un degré de chaleur encore moindre, les mêmes boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Étain, en.....	6.	En.....	17.
Argent, en.....	9.	En.....	26.
Or, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	28.
Cuivre, en.....	10.	En.....	31.
Fer, en.....	11.	En.....	35.

On doit conclure de ces expériences:

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du cuivre, au point de les tenir : : 11 + 16 $\frac{1}{2}$ + 18 : 10 + 14 + 16 $\frac{1}{2}$, ou : : 45 $\frac{1}{2}$: 40 $\frac{1}{2}$ par les trois expériences préſentes; & comme ce rapport a été trouvé par les expériences précédentes, *(article IV)* : : 53 $\frac{1}{2}$: 45, on aura, en ajoutant ces temps, 99 à 85 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis du premier refroidiſſement du fer & du cuivre; & pour le ſecond, c'eſt-à-dire, pour le refroidiſſement entier, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 35 + 47 + 56 : 31 + 43 + 50, ou : : 138 : 24, & : : 142 : 125. Par les expériences précédentes *(art. IV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 249 pour le rapport

ncore plus précis du refroidiſſement en-
ier du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidiſſement
lu fer eſt à celui du refroidiſſement
le l'or, au point de pouvoir les tenir
: 45 $\frac{1}{2}$: 37, & au point de la tempé-
ature : : 138 : 114.

3.° Que le temps du refroidiſſement
lu fer eſt à celui du refroidiſſement de
'argent, au point de pouvoir les tenir
: 45 $\frac{1}{2}$: 34, & au point de la tempé-
ature : : 138 : 97.

4.° Que le temps du refroidiſſement du
er eſt à celui du refroidiſſement de l'étain,
u point de pouvoir les tenir : : 45 $\frac{1}{2}$: 21
ar les préſentes expériences, & : : 24
: 11 par les expériences précédentes
(art. V); ainſi l'on aura, en ajoutant
es temps, 69 $\frac{1}{2}$ à 32 pour le rapport
ncore plus précis de leur refroidiſſement;
& pour le ſecond, le rapport donné par les
expériences préſentes étant : : 138 : 61, &
par les expériences précédentes *(art. V)*
: : 136 : 73; on aura, en ajoutant ces
temps, 274 à 134 pour le rapport en-
core plus précis de l'entier refroidiſſe-
ment du fer & de l'étain.

5.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui de l'or, au point de pouvoir les tenir : : $40\frac{1}{2} : 37$, & : : 124 : 114 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : $40\frac{1}{2} : 34$, & : : $124 : 97$ pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : $40\frac{1}{2} : 21$ par les préſentes expériences, & : : $43\frac{1}{2} : 22\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. VI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à $43\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 124 : 61, & : : 123 : 71 par les expériences précédentes *(art. VI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 247 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de

argent, au point de pouvoir les tenir : 37 : 34, & : : 114 : 97 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : 37 : 21, & : : 114 : 61 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : 34 : 21, & : : 97 : 61 pour leur entier refroidissement.

XII.

AYANT mis dans le même four cinq boulets, placés de même & séparés les uns des autres, leur refroidissement s'est fait dans les proportions suivantes.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en...	6½.	En.....	25.
Bismuth, en.....	7.	En.....	26.
Plomb, en.....	8.	En.....	27.
Zinc, en.....	10½.	En.....	30.
Mercure, en.....	11½.	En.....	38.

XIII.

AYANT répété cette expérience avec un degré de chaleur plus fort, & auquel l'étain & le biſmuth ſe ſont fondus, les autres boulets ſe ſont refroidis dans la progreſſion ſuivante.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minut
Antimoine, en...	7½.	En..... 28.
Plomb, en.....	9½.	En..... 39.
Zinc, en.....	14.	En..... 44.
Émeril, en.....	16.	En..... 50.

XIV.

ON a placé dans le même four & de la même manière un autre boulet de biſmuth, avec ſix autres boulets qui ſe ſont refroidis dans la progreſſion ſuivante.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minut
Antimoine, en...	6.	En..... 23.
Biſmuth, en.....	6.	En..... 25.
Plomb, en.....	7½.	En..... 28.
Argent, en.....	9½.	En..... 30.
Zinc, en.....	10½.	En..... 32.
Or, en.....	11.	En..... 32.
Émeril, en.....	13½.	En..... 39.

X V.

AYANT répété cette expérience avec
s ſept mêmes boulets, ils ſe ſont refroi-
is dans l'ordre ſuivant.

efroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
timoine, en...	$6\frac{1}{2}$.	En.....	23.
muth, en.....	$7\frac{1}{2}$.	En.....	31.
mb, en.....	$7\frac{1}{2}$.	En.....	29.
gent, en.....	$11\frac{1}{2}$.	En.....	32.
ıc, en.....	$13\frac{1}{2}$.	En.....	38.
, en.....	14.	En.....	41.
ıeril, en.....	15.	En.....	44.

Toutes ces expériences ont été faites
vec ſoin & en préſence de deux ou
ois perſonnes qui ont jugé comme moi
ar le tact, & en ſerrant dans la main
endant une demi-ſeconde les différens
oulets; ainſi l'on doit en conclure:

1.° Que le temps du refroidiſſement
e l'émeril eſt à celui du refroidiſſement
e l'or, au point de pouvoir les tenir
: 28 $\frac{1}{2}$: 25, & : : 83 : 73 pour leur
ntier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de pouvoir les toucher : : 56 : 48 $\frac{1}{2}$, & : : 171 : 144 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 28 $\frac{1}{2}$: 21, & : : 83 : 62 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir : : 56 : 32 $\frac{1}{2}$, & : : 171 : 123 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : 40 : 20 $\frac{1}{2}$, & : : 121 : 80 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir le tenir : : 56 : 26 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 171 : 99.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du zinc

zinc, au point de les tenir : : 25 : 24, & : : 73 : 70 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 21 par les présentes expériences, & : : 37 : 34 par les expériences précédentes (*article XI*); ainsi l'on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 55 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : 73 : 62, & : : 114 : 97 par les expériences précédentes (*article XI*); on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 159 pour le rapport plus précis de leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : 25 : 15, & : : 73 : 57 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir

: : 25 : 13 $\frac{1}{2}$, & : : 73 : 56 pour leur entier refroidiſſement.

11.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 25 : 12 $\frac{1}{2}$, & : : 73 : 46 pour leur entier refroidiſſement.

12.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 24 : 21, & : : 70 : 62 pour leur entier refroidiſſement.

13.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 48 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$, & : : 144 : 123 pour leur entier refroidiſſement.

14.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : 34 $\frac{1}{2}$: 20 $\frac{1}{2}$, & : : 100 : 80 pour leur entier refroidiſſement.

15.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 48 $\frac{1}{2}$: 26 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 144 : 99.

16.° Que le temps du refroidiſſement

de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 21 : 13 $\frac{1}{2}$, & : : 62 : 56 pour leur entier refroidissement.

17.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : 21 : 12 $\frac{1}{2}$, & : : 62 : 46 pour leur entier refroidissement.

18.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : 23 : 20 $\frac{1}{2}$, & : : 84 : 80 pour leur entier refroidissement.

19.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les toucher : 32 $\frac{1}{2}$: 26 $\frac{1}{2}$, & à la température : 123 : 99.

20.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 20 $\frac{1}{2}$: 19, & : : 80 : 71 pour leur entier refroidissement.

Je dois observer qu'en général dans toutes ces expériences, les premiers rapports sont bien plus justes que les

derniers, parce qu'il eſt difficile de juger du refroidiſſement juſqu'à la température actuelle, & que cette température étant variable, les réſultats doivent varier auſſi; au lieu que le point du premier refroidiſſement peut être ſaiſi aſſez juſte par la ſenſation que produit ſur la même main la chaleur du boulet, lorſqu'on peut le tenir ou le toucher pendant une demi-ſeconde.

XVI.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaiſon de l'or avec l'émeril, le zinc, le plomb, le biſmuth & l'antimoine; que le biſmuth s'étoit fondu en entier, & que le plomb & l'antimoine étoient fort endommagés, je me ſuis ſervi d'autres boulets de biſmuth, d'antimoine & de plomb, & j'ai fait une troiſième expérience, en mettant enſemble dans le même four bien chauffé ces deux boulets; ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en...	7.	En.....	27.
Biſmuth, en.....	8.	En.....	29.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde,	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Plomb, en.....	9.	En.....	33.
Zinc, en.....	12.	En.....	37.
Or, en.....	13.	En.....	42.
Émeril, en.....	15½.	En.....	48.

D'où l'on doit conclure, ainsi que des *expériences XIV & XV.* 1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 44 : 38, & au point de la température : : 131 : 115.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril, est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir : : 15 ½ : 12; mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(art. XV)* étant : : 56 : 48 ½, on aura, en ajoutant ces temps, 71 ½ à 60 ½ pour leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente, étant : : 48 : 37, & par les expériences précédentes *(article XV)* comme 171 à 144; ainsi en ajoutant ces temps, on aura 239 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier

refroidiſſement de l'émeril & du zinc.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : $15\frac{1}{2} : 9$, mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(article XV)* étant : : $56 : 32\frac{1}{2}$; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $71\frac{1}{2}$ à $41\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience précédente, étant : : 48 : 33 ; & par les expériences précédentes *(article XV)* : : 171 : 123 ; on aura, en ajoutant ces temps, 239 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : $15\frac{1}{2} : 8$; & par les expériences précédentes *(article XV)* : : $40 : 20\frac{1}{2}$; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $55\frac{1}{2}$ à $28\frac{1}{2}$, pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 48 : 29, &

: : 121 : 80 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du bismuth.

5.° Que le temps du refroidissement de l'émeril, est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 7, mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(article XV)* étant : : 56 : 26 $\frac{1}{2}$; on aura, en ajoutant ces temps, 71 $\frac{1}{2}$ à 33 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 48 : 27, & : : 171 : 99 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 219 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'antimoine.

6.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir : : 38 : 36, & : : 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement

de l'or eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les toucher : : 38 : 24, & à la température : : 115 : 90.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de prouvoir les tenir : : 38 : 21 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 115 : 85.

9.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les toucher : : 38 : 19 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 115 : 69.

10.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 12 : 9. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(article XV)* étant : : 48 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$, on aura, en ajoutant ces temps, 60 $\frac{1}{2}$ à 41 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 37 : 33, & par les expériences précédentes *(article XV)* : : 144 : 123; on aura, en ajoutant ces temps, 181

à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du plomb.

11.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les toucher : : 12 : 8 par la préſente expérience; mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(art. XV)* étant : : $34\frac{1}{2} : 20\frac{1}{2}$; en ajoutant ces temps, on aura $46\frac{1}{2}$ à $28\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 37 : 29, & par les expériences précédentes *(art. XV)* : : 100 : 80; on aura, en ajoutant ces temps, 137 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du biſmuth.

12.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, pour pouvoir les tenir : : 12 : 7 par la préſente expérience; mais comme le rapport trouvé par les expériences précédentes *(art. XV)* eſt : : $48\frac{1}{2}$: $26\frac{1}{2}$; on aura, en ajoutant ces temps, $60\frac{1}{2}$ à $33\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus

précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 37 : 27, & : : 144 : 99 par les expériences précédentes *(art. XV)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 126 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

13.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 9 : 8 par l'expérience présente, & : : 23 : $20\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XV)* ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 32 à $28\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 33 : 29, & : : 84 : 80 par les expériences précédentes *(art. XV)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 117 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & du bismuth.

14.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 9 : 7 par la présente expérience, &

: : 32 $\frac{1}{2}$: 26 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 41 $\frac{1}{2}$ à 33 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 33 : 27, & : : 123 : 99 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 156 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'antimoine.

15.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 8 : 7 par l'expérience présente, & : : 20 $\frac{1}{2}$: 19 par les expériences précédentes *(article XV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 28 $\frac{1}{2}$ à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 29 : 27, & : : 80 : 71 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 109 à 98 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth & de l'antimoine.

XVII.

COMME il n'y avoit de même que deux expériences pour la comparaiſon de l'argent avec l'émeril, le zinc, le plomb, le biſmuth & l'antimoine, j'en ai fait une troiſième, en mettant dans le même four, qui s'étoit un peu refroidi, les ſix boulets enſemble, & après les en avoir tirés tous en même temps, comme on l'a toujours fait, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en...	6.	En.....	29.
Biſmuth, en.....	7.	En.....	31.
Plomb, en.....	$8\frac{1}{4}$.	En.....	34.
Argent, en.....	$11\frac{1}{2}$.	En.....	36.
Zinc, en.....	$12\frac{1}{2}$.	En.....	39.
Émeril, en.....	$15\frac{1}{2}$.	En.....	47.

On doit conclure de cette expérience & de celles des *articles XIV* & *XV*.

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de les tenir, par l'expérience préſente : : $15\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & : : $71\frac{1}{2}$: $60\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

(art. XVI); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 73 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 39, & par les expériences précédentes *(article XVI)* :: 239 : 181; on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 220 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du zinc.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent :: 44 : $32\frac{1}{2}$ au point de les tenir, & :: 130 : 98 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir :: $15\frac{1}{2}$: $8\frac{1}{4}$ par l'expérience présente, & :: $71\frac{1}{2}$: $41\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à $49\frac{3}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 34, & :: 239 : 156 par les

expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 190 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 7 par l'expérience préſente, & : : 55 $\frac{1}{2}$: 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 47 : 31, & : : 169 à 109 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 216 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du biſmuth.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 6 par l'expérience préſente, & : : 71 $\frac{1}{2}$: 33 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVI)*; ainſi en

ajoutant ces temps, on aura 87 à $39\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 47 : 29, & par les expériences précédentes *(article XVI)* : : 219 : 126; on aura, en ajoutant ces temps, 266 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & de l'antimoine.

6.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de les tenir : : $36\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$; & : : 109 : 98 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : $12\frac{1}{2}$: $8\frac{1}{4}$ par l'expérience préſente, & : : $60\frac{1}{2}$: $41\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 73 à $43\frac{3}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 39 : 33, & par les expériences précédentes *(art. XVI)* : : 181 : 156,

on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 189 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du plomb.

8.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : $12\frac{1}{2}$: 7 par la préſente expérience; & : : $46\frac{1}{2}$: $28\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à $35\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 39 : 31, & : : 137 : 109 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 176 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du biſmuth.

9.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : $12\frac{1}{2}$: 6 par la préſente expérience; & : : $60\frac{1}{2}$: $33\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 73 à $39\frac{1}{2}$ pour le rapport

plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente étant : 39 : 29, & : : 181 : 126 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

10.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : $32\frac{1}{2}$: $23\frac{1}{4}$, & : : 98 : 90 pour leur entier refroidissement.

11.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : $32\frac{1}{2}$ $20\frac{1}{2}$, & : : 98 : 87 pour leur entier refroidissement.

12.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : $32\frac{1}{2}$: $18\frac{1}{2}$, & : : 98 : 75 pour leur entier refroidissement.

13.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir ; : $8\frac{1}{4}$

: 7 par la préſente expérience, & : : 32 : 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)* ; on aura, en ajoutant ces temps 40 $\frac{1}{4}$ à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 34 : 31, & : : 117 : 109 par les expériences précédentes *(article XVI)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 141 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & du biſmuth.

14.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 8 $\frac{1}{4}$: 6 par l'expérience préſente, & par les expériences précédentes *(art. XVI)* : : 41 $\frac{1}{2}$: 33 $\frac{1}{2}$; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 49 $\frac{3}{4}$ à 39 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience étant : : 34 : 29, & : : 156 : 126 par les expériences précédentes *(art. XVI)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 190 à 155 pour le rapport encore plus précis de

l'entier refroidiſſement du plomb & de l'antimoine.

15.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 7 : 6 par la préſente expérience, & : : 28 $\frac{1}{2}$: 26 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 35 $\frac{1}{2}$: 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience étant : : 31 : 29, & : : 109 : 98 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 127 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du biſmuth & de l'antimoine.

XVIII.

ON a mis dans le même four un boulet de verre, un nouveau boulet d'étain, un de cuivre & un de fer pour en faire une première comparaiſon, & ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Étain, en.....	8.	En.....	27.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minute
Verre, en.....	8½.	En.....	22.
Cuivre, en.....	14.	En.....	42.
Fer, en.....	16.	En.....	50.

XIX.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minute
Étain, en.....	7½.	En.....	21.
Verre, en.....	8.	En.....	23.
Cuivre, en.....	12.	En.....	36.
Fer, en.....	15.	En.....	47.

XX.

PAR une troisième expérience, les boulets chauffés pendant un plus long temps, mais à une chaleur un peu moindre, se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Étain, en.....	8½.	En.....	22.
Verre, en.....	9.	En.....	24.
Cuivre, en.....	15.	En.....	43.
Fer, en.....	17.	En.....	46.

XXI.

PAR une quatrième expérience répétée, les mêmes boulets chauffés à un feu plus ardent, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
tain, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	25.
erre, en.....	9.	En.....	25.
uivre, en.....	$11\frac{1}{2}$.	En.....	35.
r, en.....	14.	En.....	43.

Il résulte de ces expériences répétées quatre fois :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir : : 62 : $52\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 99 : $85\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XI*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 161 à 138 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 186 : 156, & par les expériences précédentes (*article XI*) : : 280 : 249 ; on aura,

en ajoutant ces temps, 466 à 405 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir : : 62 : 34 $\frac{1}{2}$, & : : 186 : 97 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 62 : 32 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences; & : : 69 $\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes *(art. XI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 131 $\frac{1}{2}$ à 64 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes étant : : 186 : 92, & : : 274 : 134 par les expériences précédentes *(article XI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 460 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du verre au point de les tenir : : 51 $\frac{1}{2}$

$34\frac{1}{2}$, & : : 157 : 97 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : $52\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$ par les expériences présentes; & : : 84 : $43\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XI)*; ainsi on aura en ajoutant ces temps, $136\frac{1}{2}$ à 76 pour le rapport précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant : 157 : 92, & par les expériences précédentes *(art. XI)* : : 247 : 132; on aura, en ajoutant ces temps, 304 à 224 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & de l'étain.

6.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : $24\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$, & : : 97 : 92 pour leur entier refroidissement.

XXII.

ON a fait chauffer ensemble les boulets d'or, de verre, de porcelaine, de gyps & de grès, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minut
Gyps, en.....	5.	En.....	14
Porcelaine, en....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	25
Verre, en.....	9.	En.....	26
Grès, en.....	10.	En.....	32
Or, en.....	$14\frac{1}{2}$.	En.....	45

XXIII.

LA même expérience répétée sur les mêmes boulets, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minut
Gyps, en.....	4.	En.....	13.
Porcelaine, en....	7.	En.....	22.
Verre, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	24.
Grès, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	33.
Or, en.....	$13\frac{1}{2}$.	En.....	41.

XXIV.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minute
Gyps, en.....	$2\frac{1}{2}$.	En.....	12.
Porcelaine, en....	$5\frac{1}{2}$.	En.....	19.

Refroi

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Verre, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	20.
Grès, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	25.
Or, en.....	10.	En.....	32.

Il réſulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir : : 38 : 28, & : : 118 : 90 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir : : 38 : 27, & : : 118 : 70 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la porcelaine, au point de les tenir : : 38 : 21, & : : 118 : 66 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 38 : $12\frac{1}{2}$, & : : 118 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir : : $28\frac{1}{2}$: 27, & : : 90 : 70 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir : : $28\frac{1}{2}$: 21, & : : 90 : 66 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : $28\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & : : 90 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la porcelaine, au point de les tenir : : 27 : 21, & : : 70 : 66 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 27 : $12\frac{1}{2}$, & : : 70 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement

de la porcelaine eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$, & : : 66 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

XXV.

ON a fait chauffer de même les boulets d'argent, de marbre commun, de pierre dure, de marbre blanc & de pierre calcaire tendre d'Anières près de Dijon.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.....	8.	En.....	25.
Pierre dure, en...	10.	En.....	34.
Marbre commun, en	11.	En.....	35.
Marbre blanc, en..	12.	En.....	36.
Argent, en.....	13 $\frac{1}{2}$.	En.....	40.

XXVI.

LA même expérience repétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.....	9.	En.....	27.
Pierre calcaire dure, en.....	11.	En.....	37.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Marbre commun, en	13.	En.....	40.
Marbre blanc, en..	14.	En.....	40.
Argent, en.....	16.	En.....	43.

XXVII.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Pierre calcaire tendre, en.....	9.	En.....	26.
Pierre calcaire dure, en	$10\frac{1}{2}$.	En.....	36.
Marbre commun, en	$12\frac{1}{2}$.	En.....	38.
Marbre blanc, en..	$13\frac{1}{2}$.	En.....	39.
Argent, en.....	16.	En.....	42.

Il résulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir :: $45\frac{1}{2}$: $39\frac{1}{2}$, & :: 125 : 115 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du

marbre commun, au point de les tenir : : $45\frac{1}{2}$: 36, & : : 125 : 113 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir : : $45\frac{1}{2}$: $31\frac{1}{2}$, & : : 125 : 107 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir : : $45\frac{1}{2}$: 26, & : : 125 : 78 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2}$: 36, & : : 115 : 113 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2}$: $31\frac{1}{2}$, & : : 115 : 107 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point

de les tenir :: $39\frac{1}{2} : 26$, & :: $115 : 78$ pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: $36 : 31\frac{1}{2}$, & :: $113 : 109$ pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: $36 : 26$, & :: $113 : 78$ pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: $31\frac{1}{2} : 26$, & :: $107 : 78$ pour leur entier refroidiſſement.

XXVIII.

ON a mis dans le même four bien chauffé, des boulets d'or, de marbre blanc, de marbre commun, de pierre dure & de pierre tendre, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minute
Pierre calcaire tendre, en..... 9.	En..... 29.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Marbre commun, en	11½.	En.....	35.
Pierre dure, en...	11½.	En.....	35.
Marbre blanc, en..	13.	En.....	35.
Or, en.....	15½.	En.....	45.

XXIX.

La même expérience répétée à une moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Pierre calcaire tendre, en.....	6.	En.....	19.
Pierre dure, en...	8.	En.....	25.
Marbre commun, en	9½.	En.....	26.
Marbre blanc, en..	10.	En.....	29.
Or, en.....	12.	En.....	37.

XXX.

La même expérience répétée une troisième fois, les boulets chauffés à un feu plus ardent, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre tendre, en..	7.	En.....	20.
Pierre dure, en...	8.	En.....	24.
Marbre commun, en	$8\frac{1}{2}$.	En.....	20.
Marbre blanc, en..	9.	En.....	28.
Or, en.....	12.	En.....	35.

Il réſulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2} : 32$, & : : 117 : 92 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2} : 29\frac{1}{2}$, & : : 117 : 87 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2} : 27\frac{1}{2}$, & : : 117 : 86 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir

:: 39 $\frac{1}{2}$: 22, & :: 117 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun, au point de les tenir :: 32 : 29, & :: 92 : 87 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 32 : 27 $\frac{1}{2}$, & :: 92 : 84 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 32 : 22, & :: 92 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 29 : 27 $\frac{1}{2}$, & :: 87 : 84 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 29 : 22, & :: 87 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir : : $27\frac{1}{2}$: 22, & : : 84 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

XXXI.

ON a mis dans le même four les boulets d'argent, de grès, de verre, de porcelaine & de gyps, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en.....	3.	En.....	14.
Porcelaine en....	$6\frac{1}{2}$.	En.....	17.
Verre, en	$8\frac{3}{4}$.	En.....	20.
Grès, en.....	9.	En.....	27.
Argent, en.....	$12\frac{1}{2}$.	En.....	35.

XXXII.

LA même expérience répétée, & les boulets chauffés à une chaleur moindre, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en.....	3.	En.....	13.
Porcelaine, en....	7.	En.....	19.
Verre, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	22.
Grès, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	26.
Argent, en.....	12.	En.....	34.

XXXIII.

LA même expérience répétée une troisième fois, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en.....	3.	En.....	12.
Porcelaine, en.....	6.	En.....	17.
Verre, en.....	$7\frac{3}{4}$.	En.....	20.
Grès, en.....	8.	En.....	27.
Argent, en.....	$11\frac{1}{4}$.	En.....	34.

Il résulte de ces trois expériences:

1.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 36 : $26\frac{1}{2}$, & : : 103 : 80 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : 36 : 25, & : : 103 : 62 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir : : 36 : 20, & : : 103 : 54 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 36 : 9, & : : 103 : 39 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : $26\frac{1}{2}$: 25 par les expériences présentes, & : : $28\frac{1}{2}$: 27 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 52 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 80 : 62, & : : 90 : 70 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*;

on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du verre.

6.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir :: $26\frac{1}{2}$: $19\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: $28\frac{1}{2}$: 21 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à $40\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 80 : 54, & :: 90 : 66 par les précédentes expériences *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 270 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & de la porcelaine.

7.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: $26\frac{1}{2}$: 9 par les expériences présentes, & :: $25\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à $21\frac{1}{2}$ pour le rapport

plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience étant :: 88 : 39, & :: 90 : 39 par les expériences précédentes *(article XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & du gyps.

8.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la porcelaine, au point de les tenir :: 25 : 19 par les préſentes expériences, & :: 27 : 21 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainſi, en ajoutant ces temps, on aura 52 à 40 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes étant :: 62 : 51, & :: 70 : 66 par les expériences précédente *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de la porcelaine.

9.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 25

: 9 par les préſentes expériences, & : : 27 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 52 à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 72 : 39, & : : 70 : 39 par les expériences précédentes *(article XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & du gyps.

10.° Que le temps du refroidiſſement de la porcelaine eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 19 $\frac{1}{2}$: 9 par les préſentes expériences, & : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 40 $\frac{1}{2}$ à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 54 : 39, & par les expériences précédentes *(art. XXIV)* : : 66 : 39; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 78 pour le rapport encore plus précis

de l'entier refroidiſſement de la porcelaine & du gyps.

XXXIV.

ON a mis dans le même four les boulets d'or, de craie blanche, d'ocre & de glaiſe, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minute
Craie, en.....	6.	En.....	15.
Ocre, en.....	$6\frac{1}{2}$.	En.....	16.
Glaiſe, en.....	7.	En.....	18.
Or, en.....	12.	En.....	36.

XXXV.

LA même expérience répétée avec les mêmes boulets & un boulet de plomb, leur refroidiſſement s'eſt fait dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minute
Craie, en.....	4.	En.....	11.
Ocre, en.....	5.	En.....	13.
Glaiſe, en.....	$5\frac{1}{2}$.	En.....	15.
Plomb, en.....	7.	En.....	18.
Or, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	29.

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: $9\frac{1}{2}$: 7 par l'expérience préſente, & :: 38 : 24 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $47\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 29 : 18, & :: 115 : 90 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 144 à 108 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & du plomb.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: $21\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & :: 65 : 33 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: $21\frac{1}{2}$: $11\frac{1}{2}$, & :: 65 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: $21\frac{1}{2} : 10$, & :: $67 : 26$ pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: $7 : 5\frac{1}{2}$, & :: $18 : 15$ pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: $7 : 5$, & :: $18 : 13$ pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: $7 : 4$, & :: $18 : 11$ pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: $12\frac{1}{2} : 11\frac{1}{2}$, & :: $33 : 29$ pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement

de la craie, au point de pouvoir les tenir : : $12\frac{1}{2}$: 10, & : : 33 : 26 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : $11\frac{1}{2}$: 10, & : : 29 : 26 pour leur entier refroidiſſement.

XXXVI.

ON a mis dans le même four les boulets de fer, d'argent, de gyps, de pierre ponce & de bois, mais à un degré de chaleur moindre, pour ne point faire brûler le bois, & ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre ponce, en..	2.	En.....	5.
Bois, en.....	2.	En.....	6.
Gyps, en.....	$2\frac{1}{2}$.	En.....	11.
Argent, en.....	10.	En.....	35.
Fer, en.....	13.	En.....	40.

XXXVII.

LA même expérience répétée à une

moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre ponce, en..	$1\frac{1}{2}$.	En.....	4.
Bois, en.....	2.	En.....	5.
Gyps, en.....	$2\frac{1}{2}$.	En.....	9.
Argent, en.....	7.	En.....	24.
Fer, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	31.

Il résulte de ces expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: $21\frac{1}{2}$: 17 par les présentes expériences, & :: $45\frac{1}{2}$: 34 par les expériences précédentes *(article XI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 67 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 71 : 59, & :: 138 : 97 par les expériences précédentes *(art. XI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 209 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'argent.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : 21 $\frac{1}{2}$: 5, & : : 71 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir : : 21 $\frac{1}{2}$: 4, & : : 71 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de les tenir : : 21 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{2}$, & : : 71 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 17 : 5, & : : 59 : 30 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir : : 17 : 4, & : : 59 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement

de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir :: 17 : $3\frac{1}{2}$, & :: 59 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du gyps eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir :: 5 : 4, & :: 20 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement du gyps eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir :: 5 : $3\frac{1}{2}$, & :: 20 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement du bois eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de les tenir :: 4 : $3\frac{1}{2}$, & :: 11 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

XXXVIII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'or, d'argent, de pierre tendre & de gyps, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Gyps, en.....	$4\frac{1}{2}$.	En.....	14.
Pierre tendre, en..	12.	En.....	27.
Argent, en.....	16.	En.....	42.
Or, en.....	18.	En.....	47.

Il réſulte de cette expérience :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 18 : 16 par l'expérience préſente, & :: 62 : 55 par les expériences précédentes *(article XV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 71 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant :: 35 : 42, & :: 187 : 159 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 234 à 201 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de l'argent.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir

:: 18 : 12, & :: $39\frac{1}{2}$: 23 par les expériences précédentes *(article XXX)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $57\frac{1}{2}$ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 47 : 27, & par les expériences précédentes *(art. XXX)* :: 117 : 68; on aura, en ajoutant ces temps, 164 à 95 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de la pierre tendre.

3.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 18 : $4\frac{1}{2}$, & :: 38 : $12\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 17 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 47 : 14, & :: 118 : 39 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 53 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de

de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 16 : 12 par la préſente expérience, & :: $45\frac{1}{2}$: 26 par les expériences précédentes *(art. XXVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $61\frac{1}{2}$ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 42 : 27, & :: 125 : 78 par les expériences précédentes *(article XXVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 167 à 105 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'argent & de la pierre tendre.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 16 : $4\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 17 : 5 par les expériences précédentes *(art. XXXVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 33 à $9\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant :: 42 : 14, & :: 59 : 20 par les expériences précédentes *(art. XXXVI)*;

on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 34 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent & du gyps.

6.° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 12 : $4\frac{1}{2}$, & :: 72 : 14 pour leur entier refroidissement.

XXXIX.

AYANT fait chauffer pendant vingt minutes, c'est-à-dire, pendant un temps à peu-près double de celui qu'on tenoit ordinairement les boulets au feu, qui étoit communément de dix minutes, les boulets de fer, de cuivre, de verre, de plomb & d'étain, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température*	minutes.
Étain, en.....	10.	En.....	25.
Plomb, en.....	11.	En.....	30.
Verre, en.....	12.	En.....	35.
Cuivre, en.....	$16\frac{1}{2}$.	En.....	44.
Fer, en.....	$20\frac{1}{2}$.	En.....	50.

Il réſulte de cette expérience qui a été faite avec la plus grande précaution :

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du cuivre, au point de pouvoir les tenir :: $20\frac{1}{2}$: $16\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 161 : 138 par les expériences précédentes *(article XXI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $181\frac{1}{2}$ à $154\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 50 : 44, & :: 466 : 405 par les expériences précédentes *(article XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 516 à 449 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de pouvoir les tenir :: $20\frac{1}{2}$: 12 par l'expérience précédente, & :: 62 : $35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $82\frac{1}{2}$ à 46 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le

rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 50 : 35, & :: 186 : 97 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 236 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du verre.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: $20\frac{1}{2}$: 11 par la préſente expérience, & :: $53\frac{1}{2}$: $27\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article IV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 50 : 30, & :: 142 : $94\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article IV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 192 à $124\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: $20\frac{1}{2}$: 10, & :: 131 : $64\frac{1}{2}$ par les

expériences précédentes *(article XXI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 152 à $74\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 50 : 25, & :: 460 : 226 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 510 à 251 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'étain.

5.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$: 12 par la préſente expérience, & :: $52\frac{1}{2}$: $34\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 46 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 44 : 35, & :: 157 : 97 par les expériences précédentes *(article XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 201 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & du verre.

6.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$: 11 par la présente expérience, & :: 45 : 27 par les expériences précédentes *(article V)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $61\frac{1}{2}$ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 44 : 30, & :: 125 : $94\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article V)*; on aura, en ajoutant ces temps, 169 à $124\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & du plomb.

7.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$: 10 par l'expérience présente, & :: $136\frac{1}{2}$: 76 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 153 à 86 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 44 : 25, & :: 304 : 224 par les expériences précédentes *(article XXI)*; on aura,

en ajoutant ces temps, 348 à 249 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

8.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 11, & :: 35 : 30 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: 12 : 10 par la préſente expérience, & :: $34\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à $42\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience, étant :: 35 : 25, & :: 97 : 92 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de l'étain.

10.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: 11 : 10 par la préſente expérience, & :: $25\frac{1}{2}$

: $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article VIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $36\frac{1}{2}$ à $31\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 30 : 25, & :: $79\frac{1}{2}$: 64 par les expériences précédentes *(article VIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, $109\frac{1}{2}$ à 89 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de l'étain.

XL.

AYANT mis chauffer enſemble les boulets de cuivre, de zinc, de biſmuth, d'étain & d'antimoine, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en...	8.	En.....	24.
Biſmuth, en.....	8.	En.....	23.
Étain, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	25.
Zinc, en.....	12.	En.....	30.
Cuivre, en.....	14.	En.....	40.

XLI.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde,	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en...	8.	En.....	23.
Bismuth, en.....	8.	En.....	24.
Étain, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	25.
Zinc, en.....	12.	En.....	38.
Cuivre, en.....	14.	En.....	40.

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir :: 28 : 24, & :: 80 : 68 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 28 : 18 par les présentes expériences, & :: 153 : 86 par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 104 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 80 : 47, & par les expériences précédentes *(article XXXIX)* :: 348 : 249; on aura, en ajoutant

ces temps, 428 à 296 pour le rapport plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

3.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 16, & :: 80 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir :: 28 : 16, & :: 80 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: 24 : 18, & :: 68 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir :: 24 : 16 par les préſentes expériences, & :: 73 : $39\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 97 à $55\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport

donné par les expériences présentes, étant :: 68 : 47, & :: 220 : 155 par les expériences précédentes *(article XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 288 à 292 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

7.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 24 : 16, & :: 59 : $35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 83 à $51\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 68 : 47, & :: 176 : 140 par les expériences précédentes *(article XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 187 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

8.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 18 : 16, & :: 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : 18 : 16, & : : 50 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 16 : 16 par la préſente expérience, & : : $35\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $51\frac{1}{2}$ à 48 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 47 : 47, & par les expériences précédentes *(art. XVII)* : : 140 : 127; on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du biſmuth & de l'antimoine.

XLII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'or, d'argent, de fer, d'émeril & de pierre dure, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Pierre calcaire dure, en.....	$11\frac{1}{4}$.	En.....	32.
Argent, en.....	13.	En.....	37.
Or, en.....	14.	En.....	40.
Émeril, en.....	$15\frac{1}{2}$.	En.....	46.
Fer, en.....	17.	En.....	51.

Il réſulte de cette expérience :

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'émeril, au point de pouvoir les tenir :: 17 : $15\frac{1}{2}$, & :: 51 : 46 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 14 par la préſente expérience, & :: $45\frac{1}{2}$: 37 par les expériences précédentes *(article XI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $62\frac{1}{2}$ à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience étant :: 51 : 40, & :: 138 : 114 par les expériences précédentes *(article XI)*; on aura,

en ajoutant ces temps, 189 à 154 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'or.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de les tenir :: 17 : 13 par la préſente expérience, & :: 67 : 51 par les expériences précédentes *(article XXXVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 51 : 37, & :: 209 : 156 par les expériences précédentes *(art. XXXVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 260 à 193 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'argent.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 17 : $11\frac{1}{4}$, & :: 51 : 52 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement

de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$: 14 par la préſente expérience, & :: 44 : 38 par les expériences précédentes *(article XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59 $\frac{1}{2}$ à 52 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 46 : 40, & :: 131 : 115 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 177 à 115 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & de l'or.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$: 13 par la préſente expérience, & :: 43 : 32 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 58 $\frac{1}{2}$ à 45 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis du premier refroidiſſement de l'émeril & de l'argent; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 46 : 37, & :: 125 : 98 par les expériences précédentes *(art. XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 171

à 135 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$: 12, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de les tenir :: 14 : 13 par la préſente expérience, & :: 80 : 71 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 94 à 84 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 40 : 37, & :: 234 : 201 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 238 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de l'argent.

9.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 14 : 12 par la préſente expérience, & :: 39 $\frac{1}{2}$: 27 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

(art. XXX); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $53\frac{1}{2}$ à $39\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 40 : 32, & :: 117 : 86 par les expériences précédentes *(article XXX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de la pierre dure.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de pouvoir les tenir :: 13 : 12 par la préſente expérience, & :: $45\frac{1}{2}$: $31\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXVII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura, $58\frac{1}{2}$ à $43\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 37 : 32, & :: 125 : 107 par les expériences précédentes *(article XXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 162 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'argent & de la pierre dure.

XLIII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets de plomb, de fer, de marbre blanc, de grès, de pierre tendre, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.....	6½.	En.....	20.
Plomb, en.....	8.	En.....	29.
Grès, en.....	8½.	En.....	29.
Marbre blanc, en..	10½.	En.....	29.
Fer, en.....	15.	En.....	43.

XLIV.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.....	7.	En.....	21.
Plomb, en.....	8.	En.....	28.
Grès, en.....	8½.	En.....	28.
Marbre blanc, en..	10½.	En.....	30.
Fer, en.....	16.	En.....	45.

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de les tenir :: 31 : 21, & :: 88 : 59 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: 31 : 17 par la préſente expérience, & :: $53\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes *(art. IV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $84\frac{1}{2}$ à 49 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 88 : 57, & :: 142 : $102\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article IV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 230 à $159\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du grès.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 16 par les expériences préſentes, & :: 74 : 38 par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainſi on aura,

en ajoutant ces temps, 105 à 54 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 98 : 57, & :: 192 : 124 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 181 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 13, & :: 88 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: 21 : 17, & :: 59 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du plomb au point de les tenir :: 21 : 16, & :: 59 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement

du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir :: 21 : 13 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 32 : 23 par les expériences précédentes *(art. XXX)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 53 à 36 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 59 : 41, & :: 92 : 68 par les expériences précédentes *(article XXX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 151 à 159 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & de la pierre calcaire tendre.

8.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir :: 17 : 16 par les expériences préſentes, & :: 42 $\frac{1}{2}$: 35 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. VIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59 $\frac{1}{2}$ à 51 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 57 : 57, & :: 130 : 121 $\frac{1}{2}$ par les expériences

précédentes *(article VIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 178 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du plomb.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir : : 17 : 13 $\frac{1}{2}$, & : : 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 16 : 13 $\frac{1}{2}$, & : : 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

XLV.

ON a fait chauffer ensemble les boulets de gyps, d'ocre, de craie, de glaise & de verre, & voici l'ordre dans lequel ils se sont refroidis.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température*	minutes
Gyps, en.....	3 $\frac{1}{2}$.	En.....	15.
Ocre, en.....	5 $\frac{1}{2}$.	En.....	16.
Craie, en.....	5 $\frac{1}{2}$.	En.....	16.
Glaise, en.....	7.	En.....	18.
Verre, en.....	8 $\frac{1}{2}$.	En.....	24.

XLVI.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes
Gyps, en.....	$3\frac{1}{2}$.	En.....	14.
Ocre, en.....	$5\frac{1}{2}$.	En.....	16.
Craie, en.....	$5\frac{1}{2}$.	En.....	16.
Glaise, en.....	$6\frac{1}{2}$.	En.....	18.
Verre, en.....	8.	En.....	22.

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$, & :: 46 : 36 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$: 11, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$

: 11, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: $16\frac{1}{2}$: 7 par la préſente expérience, & :: 52 : $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $68\frac{1}{2}$ à $28\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 46 : 29, & :: 32 : 78 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 178 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & du gyps.

5.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: $13\frac{1}{2}$: 11 par la préſente expérience, & :: $12\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 21 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné

donné par les préſentes expériences, étant :: 36 : 32, & :: 33 : 26 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 58 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de la craie.

6.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: $13\frac{1}{2}$: 11 par les préſentes expériences, & :: $12\frac{1}{2}$: $11\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 36 : 32, & :: 33 : 29 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'ocre.

7.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: $13\frac{1}{2}$

: 17, & : : 36 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la craie eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : 11 : 11 par les préſentes expériences, & : : 10 : $11\frac{1}{2}$ par les précédentes expériences *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 21 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 32 : 32, & : : 26 : 29 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 58 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la craie & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 11 : 7, & : : 32 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 11 : 7,

& :: 32 : 29 pour leur entier refroidissement.

XLVII.

AYANT fait chauffer ensemble les boulets de zinc, d'étain, d'antimoine, de grès & de marbre blanc, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en...	6.	En.....	16.
Étain, en.....	6½.	En.....	20.
Grès, en.....	8.	En.....	26.
Marbre blanc, en..	9½.	En.....	29.
Zinc, en.....	11½.	En.....	35.

XLVIII.

LA même expérience repétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en....	5.	En.....	13.
Étain, en.....	6.	En.....	16.
Grès, en.....	7.	En.....	21.
Marbre blanc, en..	8.	En.....	24.
Zinc, en.....	9½.	En.....	30.

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir : : 21 : $17\frac{1}{2}$, & : : 65 : 53 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 21 : 15, & : : 65 : 47 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : 21 : $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 24 : 18 par les expériences précédentes *(article XLI)*; ainsi en ajoutant ces temps, on aura 45 à $30\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 65 : 36, & par les expériences précédentes *(article XLI)* : : 68 : 47; on aura, en ajoutant ces temps, 133 à 83 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir :: 21 : 11 par les préſentes expériences, & :: 73 : $39\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 94 à $50\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 65 : 29, & :: 220 : 155 par les expériences précédentes *(article XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 285 à 184 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de l'antimoine.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de pouvoir les tenir :: $17\frac{1}{2}$: 15 par les préſentes expériences, & :: 21 : 17 par les expériences précédentes *(article XLIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 53 : 47, &

:: 59 : 57 par les expériences précédentes *(article XLIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 112 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc & du grès.

6.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: $17\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & :: 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: $17\frac{1}{2}$: 11, & :: 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 15 : $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: 30 : $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article VIII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 45 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 47 : 36, & :: 84 : 64 par les expériences précédentes *(article VIII)*; on aura, en

ajoutant ces temps, 131 à 100 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & de l'étain.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 15 : 11, & : : 47 : 29 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : $12\frac{1}{2}$: 11 par les présentes expériences, & : : 18 : 16 par les expériences précédentes *(article XL)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $30\frac{1}{2}$ à 27 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 36 : 29, & : : 47 : 47 par les expériences précédentes *(art. XL)*; on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'étain & de l'antimoine.

XLIX.

On a fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'émeril, de bismuth, de glaise

& d'ocre, & ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en.....	6.	En.....	18.
Biſmuth, en.....	7.	En.....	22.
Glaiſe, en.....	7.	En.....	23.
Cuivre, en.....	13.	En.....	36.
Émeril, en.....	15½.	En.....	43.

L.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en.....	5½.	En.....	13.
Biſmuth, en.....	6.	En.....	18.
Glaiſe, en.....	6.	En.....	19.
Cuivre, en.....	10.	En.....	30.
Émeril, en.....	11½.	En.....	38.

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du cuivre, au point de les tenir : : 27

: 23, & :: 81 : 66 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: 27 : 13, & :: 81 : 42 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir :: 27 : 13 par les préſentes expériences, & :: 71 : $35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à $48\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 81 : 40, & par les expériences précédentes *(article XVII)* :: 216 : 140; on aura, en ajoutant ces temps, 297 à 180 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du biſmuth.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 27

: 11 $\frac{1}{2}$, & : : 81 : 31 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : : 23 : 13, & : : 66 : 42 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : 23 : 13 par les préſentes expériences, & : : 28 : 16 par les expériences précédentes *(article XLI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 51 à 39 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 66 : 40, & : : 80 : 47 par les expériences précédentes *(article XLI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & du biſmuth.

7.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : 33

: 11 $\frac{1}{2}$, & : : 66 : 31 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : 13 : 13, & : : 42 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : 13 : 11 $\frac{1}{2}$ par les expériences préſentes, & : : 26 : 22 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 39 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 42 : 31, & : : 69 : 61 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 111 à 92 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'ocre.

10.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, pour pouvoir les tenir : : 13

: 11 $\frac{1}{2}$, & :: 32 : 31 pour leur entier refroidiſſement.

L I.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets de fer, de zinc, de biſmuth, de glaiſe & de craie, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en.....	6 $\frac{1}{2}$.	En.....	18.
Biſmuth, en.....	7.	En.....	19.
Glaiſe, en.....	8.	En.....	20.
Zinc, en.....	15.	En.....	25.
Fer, en.....	19.	En.....	45.

L I I.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en.....	7.	En.....	20.
Biſmuth, en.....	7 $\frac{1}{2}$.	En.....	21.
Glaiſe, en.....	9.	En.....	24.
Zinc, en.....	16.	En.....	34.
Fer, en.....	21 $\frac{1}{2}$.	En.....	53.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$: 31, & : : 98 : 59 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$: $14\frac{1}{2}$, & : : 98 : 40 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$: 17, & : : 98 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & : : 98 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : 31 : $14\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & : : $34\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

(article XV); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $65\frac{1}{2}$ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 59 : 40, & :: 100 : 80 par les expériences précédentes *(article XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du biſmuth.

6.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: 31 : 17, & :: 59 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: 31 : $12\frac{1}{2}$, & :: 59 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: $14\frac{1}{2}$: 17 par les préſentes expériences, & :: 13 : 13 par les expériences précédentes *(article L)*; ainſi on aura, en ajoutant

ces temps, $27\frac{1}{2}$ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 40 : 44, & :: 41 : 42 par les expériences précédentes *(art. L)*; on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 86 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du biſmuth & de la glaiſe.

9.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: $14\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$, & :: 40 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: 17 : $13\frac{1}{2}$, par les expériences préſentes, & :: 26 : 21 par les expériences précédentes *(art. XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 43 à $34\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 44 : 38, & :: 69 : 58 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 96 pour

le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de la craie.

LIII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'émeril, de verre, de pierre calcaire dure & de bois, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Bois, en.....	2½.	En.....	15.
Verre, en.....	9½.	En.....	28.
Grès, en.....	11.	En.....	34.
Pierre calcaire dure, en.....	12.	En.....	36.
Émeril, en.....	15.	En.....	47.

LIV.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Bois, en.....	2.	En.....	13.
Verre, en.....	7½.	En.....	21.
Grès, en.....	8.	En.....	24.
Pierre dure, en...	8½.	En.....	26.
Émeril, en.....	14.	En.....	42.

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 21 : $20\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $15\frac{1}{2}$: 12 par les expériences précédentes *(art. XLII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura $44\frac{1}{2}$ à $32\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 89 : 62, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes *(art. XLII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 135 à 94 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & de la pierre dure.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: 29 : 19, & :: 89 : 58 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: 29 : 17, & :: 89 : 49 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir :: 29 : $4\frac{1}{2}$, & :: 89 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: $20\frac{1}{2}$: 19, & :: 62 : 58 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: $20\frac{1}{2}$: 17, & :: 62 : 49 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir :: $20\frac{1}{2}$: $4\frac{1}{2}$, & :: 62 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: 19 : 17 par les préſentes expériences, & :: 55 : 52 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainſi on aura, en

ajoutant ces temps, 74 à 69 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 58 : 49, & :: 170 : 132 par les expériences précédentes *(art. XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 228 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du verre.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir :: 15 : $4\frac{1}{2}$, & :: 58 : 28 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 17 : $4\frac{1}{2}$, & :: 49 : 28 pour leur entier refroidissement.

L V.

AYANT fait chauffer ensemble les boulets d'or, d'étain, d'émeril, de gyps & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Gyps, en.....	5.	En.....	15.
Craie, en.....	$7\frac{1}{2}$.	En.....	21.
Étain, en.....	$11\frac{1}{2}$.	En.....	30.
Or, en.....	16.	En.....	41.
Émeril, en.....	20.	En.....	49.

LVI.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Gyps, en.....	4.	En.....	13.
Grès, en.....	$6\frac{1}{2}$.	En.....	18.
Étain, en.....	10.	En.....	27.
Or, en.....	15.	En.....	40.
Émeril, en.....	18.	En.....	46.

On peut conclure de ces expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de les tenir : : 38 : 31 par les expériences préſentes, & : : $59\frac{1}{2}$: 52 par les expériences précédentes *(art. XLII)* ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $97\frac{1}{2}$ à 83 pour le rapport

plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 95 : 81, & : : 166 : 155 par les expériences précédentes *(article XLII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 261 à 236 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & de l'or.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 38 : $21\frac{1}{2}$, & : : 95 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : 38 : 14, & : : 95 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 38 : 9, & : : 95 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 31 : 22 par les préſentes expériences, & : : 37

: 21 par les expériences précédentes *(article XI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 68 à 43 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 81 : 57, & : : 114 : 61 par les expériences précédentes *(article XI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 195 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de l'étain.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : 31 : 14 par les préſentes expériences, & : : 21 $\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes *(art. XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 52 $\frac{1}{2}$ à 24 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 81 : 39, & : : 65 : 26 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 65 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de la craie.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 9 par les préſentes expériences, & :: 56 : 17 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 81 : 28, & :: 165 : 53 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 246 à 81 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & du gyps.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: 22 : 14, & :: 57 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 22 : 9, & :: 57 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement

de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 14 : 9 par les préſentes expériences, & : : 11 : 7 par les expériences précédentes *(art. XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 25 à 16 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 39 : 28, & : : 32 : 29 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 57 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la craie & du gyps.

LVII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets de marbre blanc, de marbre commun, de glaiſe, d'ocre & de bois, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température:*	minutes.
Bois, en.....	$2\frac{1}{2}$.	En.....	9.
Ocre, en.....	$6\frac{1}{2}$.	En.....	19.
Glaiſe, en.....	$7\frac{1}{2}$.	En.....	21.
Marbre commun, en	$10\frac{1}{2}$.	En.....	29.
Marbre blanc, en..	12.	En.....	34.

LVIII.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Bois, en.....	3.	En.....	11.
Ocre, en.....	7.	En.....	20.
Glaise, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	23.
Marbre commun, en	$12\frac{1}{2}$.	En.....	32.
Marbre blanc, en..	13.	En.....	36.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir :: 25 : 22 par les présentes expériences, & :: $39\frac{1}{2}$: 36 par les expériences précédentes *(article XXVII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $64\frac{1}{2}$ à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 70 : 61, & :: 115 : 113 par les expériences précédentes *(article XXVII)*; on aura,

en ajoutant ces temps, 185 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & du marbre commun.

2.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: 25 : 16, & :: 70 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 25 : $13\frac{1}{2}$, & :: 70 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir :: 25 : $5\frac{1}{2}$, & :: 70 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: 22 : 16, & :: 61 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir

:: 22 : $13\frac{1}{2}$, & :: 61 : 39 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 22 : $5\frac{1}{2}$, & :: 61 : 20 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 16 : $13\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: $12\frac{1}{2}$: $11\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $28\frac{1}{2}$ à 20 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 44 : 39, & :: 33 : 29 par les expériences précédentes *(art. XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 77 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 16

: $5\frac{1}{2}$, & : : 44 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir : : $13\frac{1}{2}$: $5\frac{1}{2}$, & : : 39 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

LIX.

AYANT mis chauffer enſemble les boulets d'argent, de verre, de glaiſe, d'ocre & de craie, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en.....	$5\frac{1}{2}$.	En.....	16.
Ocre, en.....	6.	En.....	18.
Glaiſe, en.....	8.	En.....	22.
Verre, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	29.
Argent, en.....	$12\frac{1}{2}$.	En.....	35.

LX.

LA même expérience répétée, les boulets chauffés plus long-temps, ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en.....	7.	En.....	22.
Ocre, en.....	8½.	En.....	25.
Glaise, en.....	9½.	En.....	29.
Verre, en.....	12½.	En.....	38.
Argent, en.....	16½.	En.....	41.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 29 : 22 par les présentes expériences, & :: 36 : 25 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 65 à 47 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 76 : 67, & :: 103 : 62 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 179 à 129 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent & du verre.

2.° Que le temps du refroidissement

de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: 29 : $17\frac{1}{2}$, & :: 76 : 51 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 29 : $14\frac{1}{2}$, & :: 76 : 43 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 29 : $12\frac{1}{2}$, & :: 76 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: 22 : $17\frac{1}{2}$ par les expériences préſentes, & :: $16\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 67 : 51, & :: 46 : 36 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant

ces temps, 113 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de la glaiſe.

6.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 22 : $14\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $16\frac{1}{2}$: 11 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à $25\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 67 : 43, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 75 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de l'ocre.

7.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 22 : $12\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $16\frac{1}{2}$: 11 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à $23\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur

premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 67 : 38, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 70 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de la craie.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: $17\frac{1}{2}$: $14\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 26 : $22\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $43\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 51 : 43, & :: 69 : 63 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir

:: $17\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 26 : 21 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $43\frac{1}{2}$ à $33\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 51 : 38, & :: 69 : 58 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de la craie.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: $14\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $11\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 43 : 38, & :: 29 : 26 par les précédentes expériences *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 72 à 64 pour le rapport encore plus

précis de l'entier refroidiſſement de l'ocre & de la craie.

LXI.

AYANT mis chauffer enſemble à un grand degré de chaleur, les boulets de zinc, de biſmuth, de marbre blanc, de grès & de gyps, le biſmuth s'eſt fondu tout-à-coup, & il n'eſt reſté que les quatre autres, qui ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en.....	11.	En.....	28.
Grès, en.....	16.	En.....	42.
Marbre blanc, en..	19.	En.....	50.
Zinc, en.....	23.	En.....	57.

LXII.

LA même expérience répétée avec les quatre boulets ci-deſſus & un boulet de plomb, à un feu moins ardent, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en.....	$4\frac{1}{2}$.	En.....	16.
Plomb, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	28.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Grès, en.....	10.	En.....	32.
Marbre blanc, en...	$12\frac{1}{2}$.	En.....	36.
Zinc, en.....	15.	En.....	43.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de pouvoir les tenir :: 38 : $31\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 21 : $17\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 59 à 49 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 100 : 86, & :: 65 : 53 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du marbre blanc.

2.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du

grès, au point de les tenir :: 38 : 26 par les préſentes expériences, & :: 21 : 115 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 41 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 100 : 74, & :: 65 : 47 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 121 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du grès.

3.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 15 : $9\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 73 : $43\frac{3}{4}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 89 à $53\frac{1}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 43 : 20, & :: 220 : 189 par les expériences précédentes *(art. XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 263 à 209 pour le rapport encore plus précis

de l'entier refroidiſſement du zinc & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 38 : 15 $\frac{1}{2}$, & :: 100 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: 31 $\frac{1}{2}$: 26 par les préſentes expériences, & :: 38 $\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 70 à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 86 : 74, & :: 112 : 104 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 198 à 178 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & du grès.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir

:: $12\frac{1}{2} : 9\frac{1}{2}$, & :: 36 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 31 : $15\frac{1}{2}$, & :: 86 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 : $9\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 59 : $51\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XLIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $69\frac{1}{2}$ à 61 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 32 : 20, & :: 187 : 178 par les expériences précédentes *(art. XLIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 211 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & du plomb.

9.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 26 : $15\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences,

& : : 55 : 21 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 74 : 44, & : : 170 : 78 par les expériences précédentes *(art. XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 122 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du gyps.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : 9 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$, & : : 28 : 16 pour leur entier refroidissement.

LXIII.

AYANT fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'antimoine, de marbre commun, de pierre calcaire tendre & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en.....	6 $\frac{1}{2}$.	En.....	20.
Antimoine, en....	7 $\frac{1}{2}$.	En.....	26.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Pierre tendre, en..	$7\frac{1}{4}$.	En.....	26.
Marbre commun, en	$11\frac{1}{2}$.	En.....	31.
Cuivre, en.....	16.	En.....	49.

LXIV.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Craie, en.....	$5\frac{1}{2}$.	En.....	18.
Antimoine, en....	6.	En.....	24.
Pierre tendre, en..	8.	En.....	23.
Marbre commun, en	10.	En.....	29.
Cuivre, en.....	$13\frac{1}{2}$.	En.....	38.

On peut conclure de ces deux expériences:

1.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir :: $29\frac{1}{2} : 21\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $45 : 35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article V)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $74\frac{1}{2}$ à 57

pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 87 : 60, & :: 125 : 111 par les expériences précédentes *(art. V)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 212 à 170 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & du marbre commun.

2.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: $29\frac{1}{2}$: $15\frac{1}{2}$, & :: 87 : 49 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir :: $29\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 28 : 16 par les expériences précédentes *(article XLI)* ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $57\frac{1}{2}$ à $29\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 87 : 50, & :: 80 : 47 par les expériences précédentes *(article XLI)* ; on aura, en ajoutant ces temps,

167 à 97 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'antimoine.

4.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: $29\frac{1}{2}$: 12, & :: 87 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: $21\frac{1}{2}$: 14 par les expériences préſentes, & :: $29\frac{1}{2}$: 23 par les expériences précédentes *(article XXX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $50\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 60 : 49, & :: 87 : 68 par les expériences précédentes *(article XX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 147 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre commun & de la pierre tendre.

6.° Que le temps du refroidiſſement

du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir :: $21\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$, & :: 60 : 50 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: $21\frac{1}{2}$: 12, & :: 60 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre tendre eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 14 : $13\frac{1}{2}$, & :: 49 : 50 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre tendre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 14 : 12, & :: 49 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'antimoine eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: $13\frac{1}{2}$: 12, & :: 50 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

LXV.

AYANT fait chauffer enſemble les

boulets de plomb, d'étain, de verre, de pierre calcaire dure, d'ocre & de glaiſe, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en.....	5.	En.....	16.
Glaiſe, en.....	$7\frac{1}{2}$.	En.....	20.
Étain, en.....	$8\frac{1}{2}$.	En.....	21.
Plomb, en.....	$9\frac{1}{2}$.	En.....	23.
Verre, en.....	10.	En.....	27.
Pierre dure, en...	$10\frac{1}{2}$.	En.....	29.

Il réſulte de cette expérience :

1.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$: 10 par la préſente expérience, & :: $20\frac{1}{2}$: 17 par les expériences précédentes *(article LIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 31 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 29 : 27, & :: 62 : 49 par les expériences précédentes *(article LIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 91 à 76

pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre dure & du verre.

2.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 : $9\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & :: 12 : 11 par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 22 à $20\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 27 : 23, & :: 35 : 30 par les expériences précédentes *(art. XXXIX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 53 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & du plomb.

3.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 10 : $8\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & :: 46 : $42\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier

refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 27 : 21, & par les expériences précédentes *(article XXXIX)* :: 132 : 117 ; on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 138 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: 10 : $7\frac{1}{2}$, & :: $38\frac{1}{2}$: 31 par les expériences précédentes *(article LX)* ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $48\frac{1}{2}$ à $38\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 27 : 20, & :: 113 : 87 par les expériences précédentes *(art. LX)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de la glaiſe.

5.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 5 par les préſentes expériences,

& :: $38\frac{1}{2}$: $25\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article LX)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $48\frac{1}{2}$ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 27 : 16, & par les expériences précédentes *(article LX)* :: 113 : 75; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 91 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'ocre.

6.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: $10\frac{1}{2}$: $9\frac{1}{2}$, & :: 29 : 23 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$: $8\frac{1}{2}$, & :: 29 : 21 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$: $7\frac{1}{2}$, & :: 29 : 20 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$: 5, & :: 29 : 16 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: $9\frac{1}{2}$: $8\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: $36\frac{1}{2}$: $31\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 40 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 23 : 21, & :: 109 : 89 par les expériences précédentes *(art. XXXIX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 110 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de l'étain.

11.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: $9\frac{1}{2}$: $7\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 7 : $5\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura,

aura, en ajoutant ces temps, $16\frac{1}{2}$ à 13 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 23 : 20, & : : 18 : 15 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 35 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de la glaiſe.

12.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : $9\frac{1}{2}$: 5 par la préſente expérience, & : : 7 : 5 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $16\frac{1}{2}$ à 10 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 23 : 16, & : : 18 : 13 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 29 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de l'ocre.

13.° Que le temps du refroidiſſement

de l'étain eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : : $8\frac{1}{2}$: $7\frac{1}{2}$, & : : 21 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

14.° Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : $8\frac{1}{2}$: 5, & : : 21 : 16 pour leur entier refroidiſſement.

15.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : $7\frac{1}{2}$: 5 par la préſente expérience, & : : $43\frac{1}{2}$: 37 par les expériences précédentes *(article LX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 50 à 42 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 20 : 16, & : : 120 : 104 par les expériences précédentes *(article LX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'ocre.

LXVI.

AYANT fait chauffer enſemble les

boulets de zinc, d'antimoine, de pierre calcaire tendre, de craie & de gyps, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en.....	$3\frac{1}{2}$.	En.....	11.
Craie, en.....	5.	En.....	16.
Antimoine, en....	6.	En.....	22.
Pierre tendre, en..	$7\frac{1}{2}$.	En.....	23.
Zinc, en.....	$14\frac{1}{2}$.	En.....	29.

LXVII.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en.....	$3\frac{1}{2}$.	En.....	12.
Craie, en.....	$4\frac{3}{4}$.	En.....	14.
Antimoine, en....	6.	En.....	20.
Pierre tendre, en..	8.	En.....	21.
Zinc, en.....	$13\frac{1}{2}$.	En.....	28.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 15 $\frac{1}{2}$, & :: 57 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 12 par les préſentes expériences, & :: 94 : 52 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 122 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 57 : 42, & :: 285 : 184 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 342 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de l'antimoine.

3.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 9 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 31 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article LII)*; ainſi on aura,

en ajoutant ces temps, 59 à 22 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 57 : 30, & :: 59 : 38 par les expériences précédentes *(article LII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 116 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de la craie.

4.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 7 par les préſentes expériences, & :: 38 : $15\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article LXII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 66 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 57 : 23, & :: 100 : 44 par les expériences précédentes *(article LXII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 67 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du gyps.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'antimoine eſt à celui du refroidiſſement

de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir : : 12 : $15\frac{1}{2}$, & : : 42 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'antimoine eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 12 : $9\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & : : $13\frac{1}{2}$: 12 par les expériences précédentes *(art. LXIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $25\frac{1}{2}$ à $21\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 42 : 30, & : : 50 : 38 par les expériences précédentes *(article LXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 92 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'antimoine & de la craie.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'antimoine eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : 12 : 7, & : : 42 : 23 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre tendre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir

les tenir : : $15\frac{1}{2}$: $9\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 14 : 12 par les expériences précédentes *(article LXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $29\frac{1}{2}$ à $21\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 44 : 30, & : : 49 : 38 par les expériences précédentes *(art. LXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 93 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre & de la craie.

9.° Que le temps du refroidissement de la pierre calcaire tendre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : $15\frac{1}{2}$: 7 par les présentes expériences, & : : 12 : $4\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $27\frac{1}{2}$ à $11\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 44 : 23, & : : 27 : 14 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 37 pour le

rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la pierre tendre & du gyps.

10.° Que le temps du refroidiſſement de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: $9\frac{1}{2}$: 7 par les préſentes expériences, & :: 25 : 16 par les expériences précédentes *(art. LVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $34\frac{1}{2}$ à 23 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 30 : 23, & :: 71 : 57 par les expériences précédentes *(article LVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 80 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la craie & du gyps.

Je borne ici cette ſuite d'expériences aſſez longues à faire & fort ennuyeuſes à lire; j'ai cru devoir les donner telles que je les ai faites à pluſieurs reprises dans l'eſpace de ſix ans: ſi je m'étois contenté d'en additionner les réſultats, j'aurois à la vérité fort abrégé ce Mémoire; mais on n'auroit pas été en état de les répéter, & c'eſt cette conſidération qui

m'a fait préférer de donner l'énumération & le détail des expériences mêmes, au lieu d'une table abrégée que j'aurois pu faire de leurs résultats accumulés. Je vais néanmoins donner par forme de récapitulation, la Table générale de ces rapports tous comparés à 10000, afin que d'un coup d'œil on puisse en saisir les différences.

TABLE

Des rapports du refroidissement des différentes substances minérales.

FER.

		Premier refroidissement.		Entier refroidissement.
FER &	Émeril.....	10000	à 9117 —	9020.
	Cuivre.....	10000	à 8512 —	8702.
	Or.....	10000	à 8160 —	8148.
	Zinc.....	10000	à 7654 — 6804	6020.
	Argent.....	10000	à 7619 —	7423.
	Marbre blanc.	10000	à 6774 —	6704.
	Marbre commun....	10000	à 6636 —	6746.

		Premier refroidiſſement.		Entier refroidiſſement.
Fer	Pierre calcaire dure	10000 à	6617 —	6274.
	Grès	10000 à	5796 —	6926.
	Verre	10000 à	5576 —	5805.
	Plomb	10000 à	5143 —	6482.
	Étain	10000 à	4898 —	4921.
	Pierre calcaire tendre	10000 à	4194 —	4659.
	Glaiſe	10000 à	4198 —	4490.
	Biſmuth	10000 à	3580 —	4081.
	Craie	10000 à	3086 —	3878.
	Gyps	10000 à	2325 —	2817.
	Bois	10000 à	1860 —	1549.
	Pierre ponce	10000 à	1627 —	1268.

ÉMERIL.

Cuivre & émeril	Cuivre	10000 à	8519 —	8148.
	Or	10000 à	8513 —	8560.
	Zinc	10000 à	8390 —	7692.
	Argent	10000 à	7458 7778 —	7895.
	Pierre calcaire dure	10000 à	7304 —	6963.
	Grès	10000 à	6552 —	6517.
	Verre	10000 à	5862 —	5506.
	Plomb	10000 à	5718 —	6643.
	Étain	10000 à	5658 —	6000.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Émeril &..	Glaise.....	10000 à 5185	— 5185.
	Bismuth....	10000 à 4949	— 6060.
	Antimoine..	10000 à 4540	— 5827.
	Ocre.....	10000 à 4259	— 3827.
	Craie.....	10000 à 3684	— 4105.
	Gyps.....	10000 à 2368	— 2947.
	Bois.....	10000 à 1552	— 3146.

CUIVRE.

Cuivre &..	Or.....	10000 à 9136	— 9194.
	Zinc.....	10000 à 8571	— 9250.
	Argent.....	10000 à 8395 (7619)	— 7823.
	Marbre commun.....	10000 à 7638	— 8019.
	Grès.....	10000 à 7333	— 8160.
	Verre.....	10000 à 6667	— 6567.
	Plomb.....	10000 à 6179	— 7367.
	Étain.....	10000 à 5746	— 6916.
	Pierre calcaire tendre...	10000 à 5168	— 5633.
	Glaise.....	10000 à 5652	— 6363.
	Bismuth....	10000 à 5686	— 5959.
	Antimoine..	10000 à 5130	— 5808.
	Ocre.....	10000 à 5000	— 4697.
	Craie.....	10000 à 4068	— 4368.

O R.

		Premier refroidiſſement.	Entier refroidiſſement.
Or &	Zinc.....	10000 à 9474 $\frac{8422}{}$	— 9304.
	Argent.....	10000 à 8936	— 8686.
	Marbre blanc.	10000 à 8101	— 7863.
	Marbre commun.....	10000 à 7342	— 7435.
	Pierre calcaire dure.....	10000 à 7383	— 7516.
	Grès.....	10000 à 7368	— 7627.
	Verre.....	10000 à 7103	— 5932.
	Plomb.....	10000 à 6526	— 7500.
	Étain.....	10000 à 6324	— 6051.
	Pierre calcaire tendre....	10000 à 6087	— 5811.
	Glaiſe.....	10000 à 5814	— 5077.
	Biſmuth....	10000 à 5658	— 7043.
	Porcelaine...	10000 à 5526	— 5593.
	Antimoine,.	10000 à 5395	— 6348.
	Ocre.....	10000 à 5349	— 4462.
	Craie.....	10000 à 4571	— 4452.
	Gyps.....	10000 à 2989	— 3293.

Z I N C.

Zinc &	Argent.....	10000 à 8904 $\frac{10015}{}$	— 8990.
	Marbre blanc.	10000 à 8305 $\frac{7'94}{}$	— 8424.
	Grès.....	10000 à 6949 $\frac{5836}{}$	— 7333.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Zinc &	Plomb.....	10000 à 6051	— 7947.
	Étain.....	10000 à 6777 (4940)	— 6240.
	Pierre calcaire tendre....	10000 à 6777 (5666)	— 7719.
	Glaise.....	10000 à 5536 (4425)	— 7458.
	Bismuth....	10000 à 5484 (4373)	— 7547.
	Antimoine..	10000 à 5343 (4232)	— 6608.
	Craie.....	10000 à 5246 (4135)	— 5862.
	Gyps.....	10000 à 3729 (2618)	— 4268.
		10000 à 3409 (2298)	

ARGENT.

Argent &	Marbre blanc.	10000 à 8681	— 9200.
	Marbre commun.....	10000 à 7912	— 9040.
	Pierre calcaire dure.....	10000 à 7436	— 8580.
	Grès.....	10000 à 7361	— 7767.
	Verre.....	10000 à 7230	— 7212.
	Plomb.....	10000 à 7154	— 9184.
	Étain.....	10000 à 6176	— 6289.
	Pierre calcaire tendre....	10000 à 6178	— 6287.
	Glaise.....	10000 à 6034	— 6710.
	Bismuth....	10000 à 6308	— 8877.
	Porcelaine...	10000 à 5556	— 5242.

		Premier refroidiſſement.		Entier refroidiſſement.
Argent &...	Antimoine..	10000	à 5692 —	7653.
	Ocre.....	10000	à 5000 —	5658.
	Craie.....	10000	à 4310 —	5000.
	Gyps.....	10000	à 2879 —	3366.
	Bois.	10000	à 2353 —	1864.
	Pierre ponce.	10000	à 2059 —	1525.

MARBRE BLANC.

Marbre blanc &...	Marbre commun.....	10000	à 8992 —	9405.
	Pierre dure..	10000	à 8594 —	9130.
	Grès.....	10000	à 8286 —	8990.
	Plomb.....	10000	à 7604 —	5555.
	Étain.....	10000	à 7143 —	6792.
	Pierre calcaire tendre....	10000	à 6792 —	7218.
	Glaiſe.....	10000	à 6400 —	6286.
	Antimoine..	10000	à 6286 —	6792.
	Ocre.....	10000	à 5400 —	5571.
	Gyps.....	10000	à 4920 —	5116.
	Bois.....	10000	à 2200 —	2857.

MARBRE COMMUN.

Marbre commun &.	Pierre dure..	10000	à 9483 —	9655.
	Grès.....	10000	à 8767 —	9273.
	Plomb.....	10000	à 7671 —	8590.

		Premier refroidiſſement.	Entier refroidiſſement
Marbre commun &.	Étain.....	10000 à 7424	— 6666.
	Pierre tendre.	10000 à 7327	— 7959.
	Glaiſe.....	10000 à 7272	— 7213.
	Antimoine..	10000 à 6279	— 8333.
	Ocre.....	10000 à 6136	— 6393.
	Craie.....	10000 à 5581	— 6333.
	Bois.....	10000 à 2500	— 3279.

PIERRE CALCAIRE DURE.

Pierre dure &...	Grès.....	10000 à 9268	— 9355.
	Verre.....	10000 à 8710	— 8352.
	Plomb.....	10000 à 8571	— 7931.
	Étain.....	10000 à 8095	— 7931.
	Pierre tendre.	10000 à 8000	— 8095.
	Glaiſe.....	10000 à 6190	— 6897.
	Ocre.....	10000 à 4762	— 5517.
	Bois.....	10000 à 2195	— 4516.

GRÈS.

Grès &...	Verre.....	10000 à 9324	— 7939.
	Plomb.....	10000 à 8561	— 8950.
	Étain.....	10000 à 7667	— 7633.
	Pierre tendre.	10000 à 7647	— 7193.
	Porcelaine...	10000 à 7364	— 7059.
	Antimoine, .	10000 à 7333	— 6170.

		Premier refroidiſſement.	Fritier refroidiſſement.
Grès &	Gyps.....	10000 à 4568	— 5000.
	Bois.....	10000 à 2368	— 4828.

VERRE.

Verre & ...	Plomb.....	10000 à 9318	— 8548.
	Étain.....	10000 à 9107	— 8679.
	Glaiſe.....	10000 à 7938	— 7643.
	Porcelaine...	10000 à 7692	— 8863.
	Ocre.....	10000 à 6289	— 6500.
	Craie.....	10000 à 6104	— 6195.
	Gyps.....	10000 à 4160	— 6011.
	Bois.....	10000 à 2647	— 5514.

PLOMB.

Plomb & ..	Étain.....	10000 à 8695	— 8333.
	Pierre tendre.	10000 à 8437	— 7192.
	Glaiſe.....	10000 à 7878	— 8536.
	Biſmuth....	10000 à 8698	— 8750.
	Antimoine..	10000 à 8241	— 8201.
	Ocre.....	10000 à 6060	— 7073.
	Craie.....	10000 à 5714	— 6111.
	Gyps.....	10000 à 4736	— 5714.

ÉTAIN.

Étain &....	Glaiſe.....	10000 à 8823	— 9524.
	Biſmuth....	10000 à 8888	— 9400.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Étain &....	Antimoine..	10000 à 8710	— 9156.
	Ocre.....	10000 à 5882	— 7619.
	Craie.....	10000 à 6364	— 6842.
	Gyps.....	10000 à 4090	— 4912.

PIERRE CALCAIRE TENDRE.

Pierre tendre &...	Antimoine..	10000 à 7742	— 9545.
	Craie.....	10000 à 7288	— 7312.
	Gyps.....	10000 à 4182	— 5211.

G L A I S E.

Glaise &...	Bismuth....	10000 à 8870	— 9419.
	Ocre.....	10000 à 8400	— 8571.
	Craie.....	10000 à 7701	— 8000.
	Gyps.....	10000 à 5185	— 8055.
	Bois.....	10000 à 3437	— 4545.

B I S M U T H.

Bismuth &..	Antimoine..	10000 à 9349	— 9572.
	Ocre.....	10000 à 8846	— 7380.
	Craie.....	10000 à 8620	— 9500.

P O R C E L A I N E.

Porcelaine & Gyps.....		10000 à 5308	— 6500.

ANTIMOINE.

		Premier refroidissement.		Entier refroidissement.
Antimoine &..	Craie.....	10000 à	8431 —	7391.
	Gyps.....	10000 à	5833 —	5476.

OCRE.

Ocre &....	Craie.....	10000 à	8654 —	8889.
	Gyps.....	10000 à	6364 —	9062.
	Bois.....	10000 à	4074 —	5128.

CRAIE.

Craie & Gyps.....	10000 à	6667 —	7920.

GYPS.

Gyps &...	Bois.....	10000 à	8000 —	5250.
	Pierre ponce.	10000 à	7000 —	4500.

BOIS.

Bois & pierre ponce.....	10000 à	8750 —	8182.

Quelque attention que j'aie donnée à mes expériences; quelque soin que j'aie pris pour en rendre les rapports plus exacts; j'avoue qu'il y a encore quelques imperfections dans cette Table qui les contient tous; mais ces défauts sont légers

& n'influent pas beaucoup sur les résultats généraux ; par exemple, on s'apercevra aisément que le rapport du zinc au plomb, étant de 10000 à 6051, celui du zinc à l'étain devroit être moindre de 6000, tandis qu'il se trouve dans la Table de 6777. Il en est de même de celui de l'argent au bismuth, qui devroit être moindre que 6308 ; & encore de celui du plomb à la glaise, qui devroit être de plus de 8000, & qui ne se trouve être dans la Table que de 7878, mais cela provient de ce que les boulets de plomb & de bismuth n'ont pas toujours été les mêmes, ils se sont fondus aussi-bien que ceux d'étain & d'antimoine, ce qui n'a pu manquer de produire des variations, dont les plus grandes sont les trois que je viens de remarquer. Il ne m'a pas été possible de faire mieux : les différens boulets de plomb, d'étain, de bismuth & d'antimoine dont je me suis successivement servi, étoient faits, à la vérité, sur le même calibre, mais la matière de chacun pouvoit être un peu différente, selon la quantité d'alliage du plomb & de l'étain ; car je n'ai eu de l'étain pur que pour les deux

premiers boulets : d'ailleurs il reſte aſſez ſouvent une petite cavité dans ces boulets fondus, & ces petites cauſes ſuffiſent pour produire les petites différences qu'on pourra remarquer dans ma Table.

Il en eſt de même du rapport de l'étain à l'ocre, qui devroit être de plus de 6000, & qui ne ſe trouve dans la Table que de 5882, parce que l'ocre étant une matière friable qui diminue par le frottement, j'ai été obligé de changer trois ou quatre fois les boulets d'ocre. J'avoue qu'en donnant à ces expériences le double du très-long temps que j'y ai employé, j'aurois pu parvenir à un plus grand degré de préciſion, mais je me flatte qu'il y en a ſuffiſamment, pour qu'on ſoit convaincu de la vérité des réſultats que l'on peut en tirer. Il n'y a guère que les perſonnes accoutumées à faire des expériences, qui ſachent combien il eſt difficile de conſtater un ſeul fait de la Nature, par tous les moyens que l'art peut nous fournir; il faut joindre la patience au génie, & ſouvent cela ne ſuffit pas encore, il faut quelquefois renoncer malgré ſoi au degré de préciſion que l'on deſireroit, parce que

cette précision en exigeroit une toute aussi grande dans toutes les mains dont on se sert, & demanderoit en même temps une parfaite égalité dans toutes les matières que l'on emploie; aussi tout ce que l'on peut faire en Physique expérimentale, ne peut pas nous donner des résultats rigoureusement exacts, & ne peut aboutir qu'à des approximations plus ou moins grandes; & quand l'ordre général de ces approximations ne se dément que par de légères variations, on doit être satisfait.

Au reste, pour tirer de ces nombreuses expériences tout le fruit que l'on doit en attendre, il faut diviser les matières qui en font l'objet, en quatre classes ou genres différens.

1.° Les métaux; 2.° les demi-métaux & minéraux métalliques; 3.° les substances vitrées & vitrescibles; 4.° les substances calcaires & calcinables. Comparer ensuite les matières de chaque genre entr'elles, pour tâcher de reconnoître la cause ou les causes de l'ordre que suit le progrès de la chaleur dans chacune; & enfin comparer les genres même entr'eux, pour essayer d'en déduire quelques résultats généraux.

I.

L'ORDRE des ſix métaux, ſuivant leur denſité, eſt étain, fer, cuivre, argent, plomb, or; tandis que l'ordre dans lequel ces métaux reçoivent & perdent la chaleur, eſt étain, plomb, argent, or, cuivre, fer, dans lequel il n'y a que l'étain qui conſerve ſa place.

Le progrès & la durée de la chaleur dans les métaux ne ſuit donc pas l'ordre de leur denſité, ſi ce n'eſt pour l'étain qui, étant le moins denſe de tous, eſt en même temps celui qui perd le plus tôt ſa chaleur; mais l'ordre des cinq autres métaux nous démontre que c'eſt dans le rapport de leur fuſibilité que tous reçoivent & perdent la chaleur, car le fer eſt plus difficile à fondre que le cuivre, le cuivre l'eſt plus que l'or, l'or plus que l'argent, l'argent plus que le plomb, & le plomb plus que l'étain; on doit donc en conclure, que ce n'eſt qu'un haſard ſi la denſité & la fuſibilité de l'étain ſe trouvent ici réunies pour le placer au dernier rang.

Cependant ce ſeroit trop s'avancer que de prétendre qu'on doit tout attribuer à la fuſibilité, & rien du tout à la denſité;

la Nature ne se dépouille jamais d'une de ses propriétés en faveur d'une autre, d'une manière absolue; c'est-à-dire, de façon que la première n'influe en rien sur la seconde, ainsi la densité peut bien entrer pour quelque chose dans le progrès de la chaleur; mais au moins nous pouvons prononcer affirmativement, que dans les six métaux elle n'y fait que très-peu, au lieu que la fusibilité y fait presque le tout.

Cette première vérité n'étoit connue ni des Chimistes ni des Physiciens, on n'auroit pas même imaginé que l'or qui est plus de deux fois & demie plus dense que le fer, perd néanmoins sa chaleur un demi-tiers plus vîte. Il en est de même du plomb, de l'argent & du cuivre, qui tous sont plus denses que le fer, & qui, comme l'or, s'échauffent & se refroidissent plus promptement; car quoiqu'il ne soit question que du refroidissement dans ce second Mémoire, les expériences du Mémoire qui précède celui-ci, démontrent à n'en pouvoir douter, qu'il en est de l'entrée de la chaleur dans les corps comme de sa sortie, & que ceux qui la reçoivent

le plus vîte, ſont en même temps ceux qui la perdent le plus tôt.

Si l'on réfléchit ſur les principes réels de la denſité & ſur la cauſe de la fuſibilité, on ſentira que la denſité dépend abſolument de la quantité de matière que la Nature place dans un eſpace donné, que plus elle peut y en faire entrer, plus il y a de denſité, & que l'or eſt à cet égard la ſubſtance qui de toutes contient le plus de matière relativement à ſon volume. C'eſt pour cette raiſon que l'on avoit cru juſqu'ici, qu'il falloit plus de temps pour échauffer ou refroidir l'or que les autres métaux; il eſt en effet aſſez naturel de penſer, que contenant ſous le même volume le double ou le triple de matière, il faudroit le double ou le triple du temps pour la pénétrer de chaleur, & cela ſeroit vrai, ſi dans toutes les ſubſtances les parties conſtituantes étoient de la même figure, & en conſéquence toutes arrangées de même. Mais dans les unes comme dans les plus denſes, les molécules de la matière ſont probablement de figure aſſez régulière, pour ne pas laiſſer entr'elles de très-grands eſpaces vides; dans d'autres moins denſes,

denſes, leurs figures plus irrégulières, laiſſent des vides plus nombreux & plus grands, & dans les plus légères les molécules étant en petit nombre & probablement de figure très-irrégulière, il ſe trouve mille & mille fois plus de vide que de plein : car on peut démontrer par d'autres expériences, que le volume de la ſubſtance même la plus denſe, contient encore beaucoup plus d'eſpace vide que de matière pleine.

Or, la principale cauſe de la fuſibilité, eſt la facilité que les particules de la chaleur trouvent à ſéparer les unes des autres ces molécules de la matière pleine : que la ſomme des vides en ſoit plus ou moins grande, ce qui fait la denſité ou la légèreté, cela eſt indifférent à la ſéparation des molécules qui conſtituent le plein ; & la plus ou moins grande fuſibilité dépend en entier de la force de cohérence qui tient unies ces parties maſſives, & s'oppoſe plus ou moins à leur ſéparation. La dilatation du volume total eſt le premier degré de l'action de la chaleur, & dans les différens métaux, elle ſe fait dans le même ordre que la

fuſion de la maſſe qui s'opère par un plus grand degré de chaleur ou de feu. L'étain, qui de tous ſe fond le plus promptement, eſt auſſi celui qui ſe dilate le plus vîte, & le fer qui eſt de tous le plus difficile à fondre, eſt de même celui dont la dilatation eſt la plus lente.

D'après ces notions générales qui paroiſſent claires, préciſes & fondées ſur des expériences que rien ne peut démentir, on ſeroit porté à croire que la ductilité doit ſuivre l'ordre de la fuſibilité, parce que la plus ou moins grande ductilité ſemble dépendre de la plus ou moins grande adhéſion des parties dans chaque métal; cependant cet ordre de la ductilité des métaux, paroît avoir autant de rapport à l'ordre de la denſité qu'à celui de leur fuſibilité. Je dirois volontiers qu'il eſt en raiſon compoſée des deux autres, mais ce n'eſt que par eſtime & par une préſomption qui n'eſt peut-être pas aſſez fondée; car il n'eſt pas auſſi facile de déterminer au juſte les différens degrés de la fuſibilité que ceux de la denſité; & comme la ductilité participe des deux, & qu'elle varie ſuivant les circonſtances,

nous n'avons pas encore acquis les connoissances nécessaires pour prononcer affirmativement sur ce sujet, qui est d'une assez grande importance pour mériter des recherches particulières. Le même métal traité à froid ou à chaud, donne des résultats tout différens : la malléabilité est le premier indice de la ductilité, mais elle ne nous donne néanmoins qu'une notion assez imparfaite du point auquel la ductilité peut s'étendre. Le plomb, le plus souple, le plus malléable des métaux, ne peut se tirer à la filière en fils aussi fins que l'or, ou même que le fer, qui, de tous, est le moins malléable. D'ailleurs il faut aider la ductilité des métaux par l'addition du feu, sans quoi ils s'écrouissent, & deviennent cassans ; le fer même, quoique le plus robuste de tous, s'écrouit comme les autres ; ainsi la ductilité d'un métal & l'étendue de continuité qu'il peut supporter, dépendent non-seulement de sa densité & de sa fusibilité, mais encore de la manière dont on le traite, de la percussion plus lente ou plus prompte, & de l'addition de chaleur ou de feu qu'on lui donne à propos.

II.

MAINTENANT ſi nous comparons les ſubſtances qu'on appelle *demi-métaux & minéraux métalliques* qui manquent de ductilité, nous verrons que l'ordre de leur denſité eſt, émeril, zinc, antimoine, biſmuth, & que celui dans lequel ils reçoivent & perdent la chaleur eſt, antimoine, biſmuth, zinc, émeril, ce qui ne ſuit en aucune façon l'ordre de leur denſité, mais plutôt celui de leur fuſibilité; l'émeril qui eſt un minéral ferrugineux, quoiqu'une fois moins denſe que le biſmuth, conſerve la chaleur une fois plus long-temps; le zinc plus léger que l'antimoine & le biſmuth, conſerve auſſi la chaleur beaucoup plus long-temps; l'antimoine & le biſmuth la reçoivent & la gardent à peu-près également. Il en eſt donc des demi-métaux & des minéraux métalliques comme des métaux : le rapport dans lequel ils reçoivent & perdent la chaleur, eſt à peu-près le même que celui de leur fuſibilité, & ne tient que très-peu ou point du tout à celui de leur denſité.

Mais en joignant enſemble les ſix métaux

& les quatre demi-métaux ou minéraux métalliques que j'ai soumis à l'épreuve, on verra que l'ordre des densités de ces dix substances minérales est;

Émeril, zinc, antimoine, étain, fer, cuivre, bismuth, argent, plomb, or.

Et que l'ordre dans lequel ces substances s'échauffent & se refroidissent, est;

Antimoine, bismuth, étain, plomb, argent, zinc, or, cuivre, émeril, fer.

Dans lequel il y a deux choses qui ne paroissent pas bien d'accord avec l'ordre de la fusibilité:

1.° L'antimoine qui devroit s'échauffer & se refroidir plus lentement que le plomb, puisqu'on a vu par les expériences de Newton, citées dans le Mémoire précédent, que l'antimoine demande pour se fondre, dix degrés de la même chaleur, dont il n'en faut que huit pour fondre le plomb; au lieu que par mes expériences, il se trouve que l'antimoine s'échauffe & se refroidit plus vîte que le plomb. Mais on observera que Newton s'est servi de régule d'antimoine, & que je n'ai employé dans mes expériences que de l'antimoine fondu; or le régule d'antimoine ou

l'antimoine naturel eſt bien plus difficile à fondre que l'antimoine qui a déjà ſubi une première fuſion; ainſi cela ne fait point une exception à la règle. Au reſte, j'ignore quel rapport il y auroit entre l'antimoine naturel ou régule d'antimoine & les autres matières que j'ai fait chauffer & refroidir; mais je préſume d'après l'expérience de Newton, qu'il s'échaufferoit & ſe refroidiroit plus lentement que le plomb.

2.° L'on prétend que le zinc ſe fond bien plus aiſément que l'argent, par conſéquent il devroit ſe trouver avant l'argent dans l'ordre indiqué par mes expériences, ſi cet ordre étoit dans tous les cas relatif à celui de la fuſibilité; & j'avoue que ce demi-métal ſemble, au premier coup d'œil, faire une exception à cette loi que ſuivent tous les autres; mais il faut obſerver; 1.° que la différence donnée par mes expériences entre le zinc & l'argent eſt fort petite; 2.° que le petit globe d'argent dont je me ſuis ſervi, étoit de l'argent le plus pur, ſans la moindre partie de cuivre, ni d'autre alliage, & l'argent pur doit ſe fondre plus aiſément, & s'échauffer

plus vîte que l'argent mêlé de cuivre : 3.° quoique le petit globe de zinc m'ait été donné par un de nos habiles Chimiſtes *(a)*, ce n'eſt peut-être pas du zinc abſolument pur & ſans mélange de cuivre, ou de quelqu'autre matière encore moins fuſible. Comme ce ſoupçon m'étoit reſté après toutes mes expériences faites, j'ai remis le globe de zinc à M. Rouelle qui me l'avoit donné, en le priant de s'aſſurer s'il ne contenoit pas du fer ou du cuivre, ou quelqu'autre matière qui s'oppoſeroit à ſa fuſibilité. Les épreuves en ayant été faites, M. Rouelle a trouvé dans ce zinc une quantité aſſez conſidérable de fer ou ſafran de mars : j'ai donc eu la ſatisfaction de voir que non-ſeulement mon ſoupçon étoit bien fondé, mais encore que mes expériences ont été faites avec aſſez de préciſion pour faire reconnoître un mélange dont il n'étoit pas aiſé de ſe douter : ainſi le zinc ſuit auſſi exactement que les autres métaux & demi-métaux dans le progrès de la chaleur l'ordre de

(a) M. Rouelle, Démonſtrateur de Chimie aux écoles du Jardin du Roi.

la fuſibilité, & ne fait point une exception à la règle. On peut donc dire en général, que le progrès de la chaleur dans les métaux, demi-métaux & minéraux métalliques, eſt en même raiſon, ou du moins en raiſon très-voiſine de celle de leur fuſibilité *(b)*.

III.

LES matières vitreſcibles & vitrées que j'ai miſes à l'épreuve, étant rangées ſuivant l'ordre de leur denſité, ſont :

Pierre ponce, porcelaine, ocre, glaiſe, verre, criſtal-de-roche & grès ; car je dois obſerver que quoique le criſtal ne ſoit porté dans la table des poids de chaque

(b) Nota. Le globe de zinc ſur lequel ont été faites toutes les expériences, s'étant trouvé mêlé d'une portion de fer, j'ai été obligé de ſubſtituer dans la Table générale, aux premiers rapports, de nouveaux rapports que j'ai placés ſous les autres, par exemple, le rapport du fer au zinc de 10000 à 7654 n'eſt pas le vrai rapport, & c'eſt celui de 10000 à 6804 écrit au-deſſous qu'il faut adopter; il en eſt de même de toutes les autres corrections que j'ai faites d'un neuvième ſur chaque nombre, parce que j'ai reconnu que la portion de fer contenue dans ce zinc, avoit diminué au moins d'un neuvième le progrès de la chaleur.

matière que pour 6 gros 22 grains, il doit être supposé plus pesant d'environ 1 gros, parce qu'il étoit sensiblement trop petit, & c'est par cette raison que je l'ai exclu de la table générale des rapports, ayant rejeté toutes les expériences que j'ai faites avec ce globe trop petit. Néanmoins le résultat général s'accorde assez avec les autres, pour que je puisse le présenter. Voici donc l'ordre dans lequel ces différentes substances se sont refroidies.

Pierre ponce, ocre, porcelaine, glaise, verre, cristal & grès, qui, comme l'on voit, est le même que celui de la densité, car l'ocre ne se trouve ici avant la porcelaine que parce qu'étant une matière friable, il s'est diminué par le frottement qu'il a subi dans les expériences; & d'ailleurs sa densité diffère si peu de la porcelaine, qu'on peut les regarder comme égales.

Ainsi la loi du progrès de la chaleur dans les matières vitrescibles & vitrées, est relative à l'ordre de leur densité, & n'a que peu ou point de rapport avec leur fusibilité, par la raison qu'il faut, pour fondre toutes ces substances, un degré presqu'égal du feu le plus violent, & que

les degrés particuliers de leur différente fuſibilité ſont ſi proches les uns des autres, qu'on ne peut que faire un ordre compoſé de termes indiſtincts. Ainſi leur fuſibilité preſque ne faiſant qu'un terme, qui eſt l'extrême de cet ordre de fuſibilité, on ne doit pas être étonné de ce que le progrès de la chaleur ſuit ici l'ordre de la denſité, & que ces différentes ſubſtances qui toutes ſont également difficiles à fondre, s'échauffent & ſe refroidiſſent plus lentement & plus vîte, à proportion de la quantité de matière qu'elles contiennent.

On pourra m'objecter que le verre ſe fond plus aiſément que la glaiſe, la porcelaine, l'ocre & la pierre ponce, qui néanmoins s'échauffent & ſe refroidiſſent en moins de temps que le verre; mais l'objection tombera lorſqu'on réfléchira qu'il faut, pour fondre le verre, un feu très-violent dont le degré eſt ſi éloigné des degrés de chaleur que reçoit le verre dans nos expériences ſur le refroidiſſement, qu'il ne peut influer ſur ceux-ci. D'ailleurs en pulvériſant la glaiſe, la porcelaine, l'ocre & la pierre ponce, & leur donnant

des fondans analogues, comme l'on en donne au ſable pour le convertir en verre; il eſt plus que probable qu'on feroit fondre toutes ces matières au même degré de feu, & que par conſéquent on doit regarder comme égale ou preſqu'égale leur réſiſtance à la fuſion, & c'eſt par cette raiſon que la loi du progrès de la chaleur dans ces matières, ſe trouve proportionnelle à l'ordre de leur denſité.

I V.

LES matières calcaires rangées ſuivant l'ordre de leur denſité, ſont:

Craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun, marbre blanc.

L'ordre dans lequel elles s'échauffent & ſe refroidiſſent, eſt craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun & marbre blanc, qui, comme l'on voit, eſt le même que celui de leur denſité. La fuſibilité n'y entre pour rien, parce qu'il faut d'abord un très-grand degré de feu pour les calciner, & que quoique la calcination en diviſe les parties, on ne doit en regarder l'effet que comme un premier degré de

fuſion, & non pas comme une fuſion complète ; toute la puiſſance des meilleurs miroirs ardens ſuffit à peine pour l'opérer ; j'ai fondu & réduit en une eſpèce de verre quelques-unes de ces matières calcaires au foyer d'un de mes miroirs, & je me ſuis convaincu que ces matières peuvent, comme toutes les autres, ſe réduire ultérieurement en verre, ſans y employer aucun fondant, & ſeulement par la force d'un feu bien ſupérieur à celui de nos fourneaux. Par conſéquent le terme commun de leur fuſibilité eſt encore plus éloigné & plus extrême que celui des matières vitrées, & c'eſt par cette raiſon qu'elles ſuivent auſſi plus exactement dans le progrès de la chaleur l'ordre de la denſité.

Le gyps blanc, qu'on appelle improprement albâtre, eſt une matière qui ſe calcine comme tous les autres plâtres, à un degré de feu plus médiocre que celui qui eſt néceſſaire pour la calcination des matières calcaires, auſſi ne ſuit-il pas l'ordre de la denſité dans le progrès de la chaleur qu'il reçoit ou qu'il perd, car quoique beaucoup plus denſe que la craie,

& un peu plus denſe que la pierre calcaire blanche, il s'échauffe & ſe refroidit néanmoins bien plus promptement que l'une & l'autre de ces matières. Ceci nous démontre que la calcination & la fuſion plus ou moins facile, produiſent le même effet relativement au progrès de la chaleur. Les matières gypſeuſes ne demandent pas pour ſe calciner autant de feu que les matières calcaires, & c'eſt par cette raiſon que quoique plus denſes, elles s'échauffent & ſe refroidiſſent plus vîte.

Ainſi on peut aſſurer, en général, que le *progrès de la chaleur dans toutes les ſubſtances minérales eſt toujours à très-peu-près en raiſon de leur plus ou moins grande facilité à ſe calciner ou à ſe fondre;* mais que quand leur calcination ou leur fuſion ſont *également difficiles, & qu'elles exigent un degré de chaleur extrême*, alors le *progrès de la chaleur ſe fait ſuivant l'ordre de leur denſité.*

Au reſte, j'ai dépoſé au Cabinet du Roi, les globes d'or, d'argent & de toutes les autres ſubſtances métalliques & minérales qui ont ſervi aux expériences précédentes, afin de les rendre plus

authentiques, en mettant à portée de les vérifier, ceux qui voudroient douter de la vérité de leurs réſultats, & de la conſéquence générale que je viens d'en tirer.

FIN du Tome ſixième.